МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА
ФАКУЛЬТЕТ ПСИХОЛОГИИ

На правах рукописи

Леонов Сергей Владимирович

Технологии виртуальной реальности в психологической подготовке спортсменов

Том 1

5.12.1. Междисциплинарные исследования когнитивных процессов

Диссертация

на соискание учёной степени

доктора психологических наук

Научный консультант: член-корреспондент РАН, доктор психологических наук профессор Зинченко Юрий Петрович

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Том 1
ВВЕДЕНИЕ 5
Глава 1. Теоретико-методологические основы психологической подготовки спортсменов 19
1.1. Спортивная деятельность как предмет психологического исследования 19
1.2. Изучение образов в спортивной деятельности. Особенности, структура и эффективность использования образов в спортивной практике 37
1.3. Ментальные репрезентации моторных действий. Свойства и формирование 73
Глава 2. Образные репрезентации профессиональной деятельности спортсменов на разных этапах подготовки 85
2.1. Определение и свойства системной образной репрезентации в формировании профессиональной деятельности спортсменов 85
2.2. Разработка и апробация опросника образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов 96
2.3. Специфика формирования образных репрезентаций в детско-юношеском спорте у начинающих спортсменов 6-10 лет 120
2.4. Формирование репрезентативных образов в детско-юношеском спорте 136
2.5. Исследование особенностей образных репрезентаций представления двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере лыжного спорта, вольной борьбы, стрельбы из лука 169
2.6. Исследование темпоральных характеристик образных репрезентаций двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере синхронного плавания и тяжелой атлетики 203
2.7. Исследование глазодвигательных стратегий в формировании образных репрезентаций двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере скалолазного спорта и футбола 232
Том 2
Глава 3. Виртуальная реальность в спорте……4
3.1. Использование виртуальной реальности в подготовке спортсменов……4
3.2. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности хоккеистов……24
3.3. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности борцов вольного стиля……48
3.4. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности в биатлоне……..61

3.5. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности в гандболе……79
Глава 4. Технологии виртуальной реальности в подготовке адаптивных спортсменов……94
4.1. Развитие и специфика адаптивного спорта……....94
4.2. Специфика и особенности адаптивного биатлона по сравнению с классическим……108
4.3. Моделирование навыков стрельбы в адаптивном биатлоне с использованием технологий виртуальной реальности……110
Глава 5. Психологическая реабилитация когнитивных и моторных функций с применением технологий виртуальной реальности и смежных технологий на участниках боевых действий……124
5.1. Технологии эксергеймов и виртуальной реальности для задач реабилитации когнитивных и моторных функций……124
5.2. Использование виртуальной среды в реабилитации моторных и когнитивных функций у участников боевых действий……129
5.3. Возможности совмещения виртуальной реальности и стабилографии в реабилитации моторных и когнитивных функций у участников боевых действий……132
5.4 Адаптация спортивных виртуальных сред в качестве терапевтических средств для реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий……136
Заключение……...…..160
Выводы по работе……..162
Список литературы……...167
ПРИЛОЖЕНИЯ…….214
Приложение 1. Опросник образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов……..214
Приложение 2. Информация по испытуемым и количеству отбитых/пропущенных шайб в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики уровня мастерства хоккеистов……..224
Приложение 3. Информация о времени двигательного отклика на предъявление шайб (RT1), а также время реагирования клюшкой (RT2) в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики уровня мастерства хоккеистов……225
Приложение 4. Средние изменения углов в суставах и положения головы в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики уровня мастерства хоккеистов……227

Приложение 5. Информация о приемах, вариантах ответа, времени остановки видеороликов в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности борцов вольного стиля……..229
Приложение 6. Образец опросного блока для выявления особенностей мысленных образов у единоборцев……232
Приложение 7. Описание выборки испытуемых в эксперименте по изучению репрезентативных образов в вольной борьбе……234
Приложение 8. Примерные ответы испытуемых на опросный блок в эксперименте по изучению особенностей мысленных образов у борцов вольного стиля и самбистов…….235
Приложение 9. Результаты статистического анализа (критерий U Манна-Уитни) для межгруппового сравнения между группой гандболистов и контрольной группой в эксперименте по апробации технологии VR-гандбол.242
Приложение 10. Информация о состоянии здоровья пациентов, особенностях и сроках ранений в исследовании по адаптации спортивных виртуальных сред в качестве терапевтических средств для реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий……244
Приложение 11. Результаты дисперсионного анализа ANOVA и непараметрического теста Краскела — Уоллиса времени реакции по четырем группам для каждой из трех серий в исследовании по адаптации спортивных виртуальных сред в качестве терапевтических средств для реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий……250

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика работы

Актуальность исследования обусловлена рядом факторов, включающих теоретические и научно-практические аспекты. Задача создания и развития инновационных технологий в области подготовки спортсменов в сфере массового спорта, спорта высших достижений, адаптивного спорта и системы комплексной реабилитации соответствует Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 ноября 2020 года № 3081-р.

В настоящее время Президентом и Правительством Российской Федерации утверждены законы и подзаконные акты стратегического значения, направленные, в том числе, на развитие спорта в России, включая спорт высших достижений, системы подготовки спортивного резерва, на развитие и популяризацию массового спорта, а также на развитие системы научных разработок в области физической культуры и спорта.

27 марта 2019 года на заседании Совета при Президенте РФ по развитию физической культуры и спорта В.В. Путин обозначил ключевые проблемы и пути их решения в области физической культуры и спорта, включая подготовку квалифицированных кадров, разработку научных технологий и доступ к спортивной инфраструктуре. Он подчеркнул важность практического применения научных технологий как альтернативы запрещённым препаратам[1].

28 мая 2025 года на заседании Совета по развитию физической культуры и спорта, посвященном развитию адаптивной физической культуры и адаптивного спорта, В.В. Путиным было отмечено, что спорт является важным ресурсом для физической, психологической и социальной поддержки, а также для

[1] http://kremlin.ru/events/president/news/60152/videos

самореализации людей с инвалидностью. В.В. Путин обозначил необходимость развития адаптивных видов спорта и систем реабилитации, которые должны сочетать медицинские технологии и психолого-педагогическую поддержку[2].

9 июня 2025 года, в рамках встречи с Министром спорта Михаилом Дегтяревым, В.В. Путиным отмечена важность развития адаптивных видов спорта, в том числе в связи с желанием участников боевых действий, вернувшихся с СВО, особенно после ранений, в дальнейшем заниматься спортом[3].

В современном спорте психологическое сопровождение является важной частью подготовки спортсменов. В условиях высокой конкуренции, когда исход соревнований может зависеть от психологической подготовки, его значение трудно переоценить. Однако отсутствие профессиональных стандартов для спортивных психологов приводит к неурегулированности и нерегламентированности их деятельности и создает необходимость разработки научно обоснованной методологии системного психологического сопровождения спортсменов.

В нашей работе под психологическим сопровождением спортивной деятельности мы понимаем целенаправленную комплексную систему мероприятий, направленных на достижение максимальных результатов спортсменом и создание благоприятных условий для его профессионального развития на различных этапах спортивной карьеры. Психологическое сопровождение спортсменов является более широким понятием, включающим в себя психологическую подготовку, психологическую готовность и подготовленность (Смирнова, 2009; Гайдамашко, Бабичева, 2022). Термин «психологическая подготовка» используется для обозначения перечня мероприятий и действий тренеров, спортсменов и психологов, которые

[2] http://www.kremlin.ru/events/president/news/77057
[3] http://www.kremlin.ru/events/president/news/77151

направлены на формирование и развитие психических процессов и качеств личности спортсменов, необходимых для успешной тренировочной деятельности и выступления в соревнованиях (Пуни, 1979).

Несмотря на высокий уровень физической подготовки спортсменов и научно-технического развития современных технологий, проблема их интеграции в психологическую подготовку спортсменов остается актуальной и требующей решения.

Степень разработанности проблемы

До широкого развития технологий виртуальной реальности (ВР) и их внедрения в спортивную практику одна из первых попыток разработки искусственных сред, имитирующих спортивную деятельность, была осуществлена в гребле, парусном спорте, бобслее. Все эти разработки направлены на повышение эффективности атлетов в условиях, имитирующих реальные спортивные ситуации.

Использование технологий ВР для подготовки спортсменов началось в США и Европе в начале 1990-х годов, охватывая такие виды спорта, как американский футбол, стрельба из лука, теннис и гольф. ВР помогала имитировать тренировочные процессы и проводить ментальные тренировки для высокопрофессиональных атлетов. Последнее десятилетие технологии ВР наиболее активно внедряются в спортивную практику, в том числе спорт высших достижений. Существуют разные направления применения ВР технологий, основными из которых являются: обучение спортивным навыкам и их совершенствование, включая тактические тренировки; процесс реабилитации спортсмена в случае травматизации; подготовка к соревнованиям в части ознакомления с конкретной соревновательной инфраструктурой (стадионы, трассы и др.). Развитие технологий ВР в спорте зависит от улучшения технических параметров, таких как разрешение дисплеев, угол обзора, вес шлема, отсутствие проводов и возможность записи движений глаз. В то же время

отсутствует системный научно-обоснованный подход психологической подготовки спортсменов с использованием технологий ВР.

Преимуществом технологий ВР в формировании профессиональных компетенций спортсменов является возможность их одновременного сочетания с когнитивными технологиями, такими как анализ движений глаз и биомеханики движений человека. Разработка и создание сред виртуальной реальности происходит на основе изучения, анализа и моделирования психологически значимых характеристик профессиональной деятельности спортсменов, которые релевантны когнитивным процессам и операционально-смысловой структуре спортивной деятельности. Сочетание классической методологии в области психологической подготовки спортсменов, основанной на идеях отечественной психологической школы, с новейшими технологическими решениями позволяет перейти на качественно новый уровень подготовки спортсменов. Одновременно, данный системно-смысловой подход эргономично интегрируется с технологиями реабилитации когнитивных и моторных функций.

Цель исследования: разработка и научное обоснование системного подхода к применению технологий виртуальной реальности в психологической подготовке спортсменов в спорте высших достижений, массовом и адаптивном спорте, а также апробация данного подхода для задач психологической реабилитации и ресоциализации когнитивных и моторных функций у ветеранов боевых действий.

Объект исследования: психологически значимые характеристики профессиональной деятельности спортсменов в системе спорта высших достижений, массового и адаптивного спорта, связанные с операционально-смысловой структурой спортивной деятельности.

Предмет исследования: особенности формирования психологически значимых характеристик профессиональной деятельности спортсменов в системе

спорта высших достижений, массового и адаптивного спорта, моделируемых с использованием технологий виртуальной реальности.

Гипотеза исследования: основу эффективной психологической подготовки спортсменов в системе спорта высших достижений, массового и адаптивного спорта с применением технологий ВР составляет выявление и моделирование психологически значимых характеристик профессиональной деятельности спортсменов, связанных с особенностями протекания когнитивных процессов и операционально-смысловой структурой спортивной деятельности.

Задачи исследования

1. Исследовать и обосновать применение технологий виртуальной реальности (ВР) для развития профессиональных компетенций спортсменов, учитывая специфику их специализации и структуру спортивной деятельности.
2. Выявить и обосновать ключевые характеристики сред ВР, необходимые для развития профессиональных компетенций спортсменов.
3. Разработать и апробировать психодиагностический инструмент (опросник) для выявления структуры и особенностей образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов.
4. Выявить структуру и специфику формирования системной образной репрезентации у спортсменов различных возрастных групп, квалификации и специализации (на примере лыжного спорта, единоборств, стрельбы из лука, синхронного плавания, хоккея и др.).
5. Создать и апробировать профессионально-специфичные среды виртуальной реальности для диагностики и тренировки когнитивных и моторных компонентов операционально-смысловой структуры спортивной деятельности у спортсменов различных квалификаций и специализаций.
6. Адаптировать разработанные ВР среды для подготовки спортсменов с ограниченными возможностями здоровья.

7. Адаптировать разработанные ВР среды для реабилитации когнитивных и моторных функций у ветеранов боевых действий посредством подбора спортивно-ориентированных задач с учетом индивидуальных особенностей.

Методологические основания исследования

Теоретико-методическую основу исследования составляют: культурно-исторический подход Л.С. Выготского, теория деятельности А.Н. Леонтьева, теория поэтапного формирования действий и понятий П.Я. Гальперина, теория построения движений Н.А. Бернштейна, концепция функциональной эквивалентности мысленных и реальных движений М. Дженнерода, психонейромышечная теория У. Карпентера, теория символического обучения Р. Сакетта, теория двойного кодирования А. Паивио, биоинформационная теория П. Лэнга, психотехнический подход к восстановлению движений С.Г. Геллерштейна, концепция постнеклассической науки В.С. Степина, постнеклассической психологии Ю.П. Зинченко, операционально-смысловая концепция профессионального опыта Ю.К. Стрелкова, типология профессиональной деятельности Е.А. Климова, концепция знаково-символического опосредствования деятельности А.Н. Вераксы, методологические основы спортивной деятельности, сформулированные в работах Ю.П. Зинченко.

Методы исследования

Использовались экспериментально-психологический и статистический (математико-статистическая обработка и анализ данных) методы исследования.

Диагностика образных репрезентаций проводилась при помощи авторского опросника «Опросник образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов» (Леонов, Поликанова, Рассказова, 2022).

Регистрация глазодвигательной активности производилась с помощью видеоокулографии при использовании носимых систем регистрации движений глаз, который позволяет осуществлять бинокулярный трекинг глаз, а также

совмещенных с системами виртуальной реальности, частота регистрации – 90 Гц, разрешение 4320x2160, угол обзора 105 угловых градусов.

Для регистрации биомеханики движений и параметров постуральной устойчивости использовались оптические и инерциальные системы трекинга движений (400 Гц), совмещенные со стационарными системами ВР экранного типа и носимыми системами ВР; высокочастотная видеосъемка выполняемых движений (250 Гц).

Оценка показателей когнитивного и моторного функционирования производилась при помощи психодиагностического комплекса оценки внимания, субъективного счета, зрительно-моторной координации, разработанных сред виртуальной реальности.

В исследовании приняли участие 873 человека в возрасте от 6 до 45 лет, включая спортсменов разного уровня квалификации (от новичков до мастеров спорта международного класса и членов сборных команд России, паралимпийской сборной России), представляющих следующие виды спорта: вольная борьба, лыжный спорт, скалолазный спорт, синхронное плавание, футбол, хоккей с шайбой, стрельба из лука, тяжелая атлетика, биатлон, гандбол, спортивный туризм; участников боевых действий в возрасте от 20 до 54 лет разных воинских званий, получивших боевые травмы различной степени тяжести.

Научная новизна результатов исследования

1. Впервые разработан и апробирован системно-смысловой подход, который обеспечивает формирование профессиональных компетенций у спортсменов в системе массового спорта, спорта высших достижений, адаптивного спорта через диагностику, тренировку и совершенствование их профессиональных навыков. Этот подход также включает возможности ресоциализации и реабилитации моторных, когнитивных функций, что позволяет интегрировать его в процесс реабилитации различных групп населения, в том

числе участников боевых действий, что является особенно актуальным и востребованным в настоящее время.

2. Впервые разработан и валидизирован диагностический психологический опросник анализа образных репрезентаций в спортивной деятельности.

3. Впервые определены оптимальные характеристики ВР аппаратуры для повышения иммерсивности и обеспечения эффективной подготовки спортсменов, включающие реалистичность, интерактивность и динамичность ВР сред; адаптируемость ВР среды для конкретного человека (рост, вес и другие особенности), которая может реализовываться за счет оптического или инерциального трекинга движений в 3D-пространстве.

4. Впервые разработаны психологические технологии подготовки спортсменов с использованием профессионально специфичных виртуальных сред для разных видов спорта в системе массового спорта, спорта высших достижений и адаптивного спорта, в которых смоделированы иммерсивные полимодальные условия спортивной деятельности: хоккей, спортивная борьба, гандбол, биатлон.

5. Впервые разработана психологическая технология подготовки спортсменов с использованием средств виртуальной реальности, направленная на диагностику постурального баланса хоккеистов.

6. Впервые разработан тренажер виртуальной реальности для диагностики и тренировки когнитивно-моторных компонентов операционально-смысловой структуры хоккеистов.

7. Впервые разработана технология ВР, направленная на моделирование и диагностику когнитивно-моторных компонентов операционально-смысловой структуры, специфичной для представителей разной спортивной деятельности (борцов вольного стиля, гандболистов, биатлонистов).

8. Впервые для адаптивных видов спорта на основе технологии ВР разработана диагностико-развивающая система, позволяющая моделировать,

диагностировать, совершенствовать когнитивно-моторные компоненты спортивных навыков.

9. Показана эффективность использования разработанных сред ВР в спортивной деятельности – гандбола, биатлона, хоккея, вольной борьбы – для задач реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий за счет повышения двигательной активности и активного вовлечения когнитивных процессов в решение соответствующих спортивно-ориентированных задач с учетом индивидуальных особенностей.

10. Внедрение технологий психологической подготовки с использованием профессионально специфичных виртуальных сред, в которых смоделированы иммерсивные полимодальные условия спортивной деятельности, позволяет формировать «правильный» и полный образ спортивной ситуации, выступающий ориентировочной основой спортивного действия. Это достигается за счет моделирования характеристик системной образной репрезентации, что способствует более эффективной подготовке спортсменов.

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в том, что впервые в отечественной психологии на основе принципов постнеклассической научной рациональности разработаны теоретико-методологические основы системно-смыслового подхода к психологической подготовке спортсменов с использованием сред виртуальной реальности, что способствует интеграции современных технологических решений в психологию спорта и расширяет методологический аппарат в области междисциплинарных исследований когнитивных процессов.

Впервые введено и концептуально обосновано новое понятие «системной образной репрезентации» (СОР), которое представляет собой целостное структурное отражение в сознании спортсмена комплекса когнитивных, аффективных, кинестетических, проприоцептивных и перцептивных характеристик, необходимых для эффективного выполнения спортивной

деятельности, что углубляет понимание механизмов формирования профессионального мастерства и открывает новые перспективы для моделирования психологически значимых аспектов спортивной деятельности.

Создан и валидизирован диагностический опросник образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов, что вносит вклад в инструментальную базу психологии спорта и позволяет операционализировать изучение ключевых факторов спортивной успешности.

Впервые теоретически обоснована возможность применения разработанного системно-смыслового подхода к психологической подготовке спортсменов с использованием сред виртуальной реальности – не только для подготовки спортсменов, но и для психологической реабилитации и ресоциализации участников боевых действий.

Диссертационное исследование вносит вклад в развитие междисциплинарного изучения когнитивных процессов, объединяя достижения психологии, когнитивной науки, биомеханики и информационных технологий.

Практическая значимость результатов исследования

Разработанный научно-смысловой подход к созданию и использованию технологий виртуальной реальности в системе психологической подготовки спортсменов позволяет интегрировать современные технологические достижения когнитивных наук в психологическую подготовку спортсменов.

Разработка диагностико-развивающей системы на основе технологии виртуальной реальности для адаптивного спорта открывает новые возможности для тренировки спортсменов с ограниченными возможностями. Эта система позволяет не только моделировать и диагностировать спортивные навыки, но и эффективно тренировать когнитивные и моторные функции спортсменов.

Результаты настоящей диссертационной работы имеют прямое практическое применение в спортивных федерациях, детско-юношеских спортивных школах, школах олимпийского резерва, в системе массового и

адаптивного спорта, в медицинских учреждениях, занимающихся реадаптацией, абилитацией и ресоциализацией участников боевых действий.

Достоверность результатов и надежность выводов исследования обеспечены непротиворечивостью и обоснованностью теоретических положений; соответствием используемых методов целям и задачам работы; репрезентативностью выборки испытуемых; согласованностью полученных в данном исследовании результатов с результатами, полученными в других отечественных и зарубежных исследованиях.

Положения, выносимые на защиту

1. Использование технологий виртуальной реальности для моделирования иммерсивных полимодальных условий спортивной деятельности, учитывающих профессиональную специфику вида спорта, и операционально-смысловую структуру деятельности спортсменов, позволяет формировать полный образ спортивной ситуации, выступающий ориентировочной основой формирования спортивных действий.

2. В основе определения операционально-смысловой структуры спортивной деятельности лежит системная образная репрезентация, представляющая комплекс внешних и внутренних характеристик спортивной деятельности, необходимых для её эффективной реализации и оптимизации тренировочного процесса.

3. Создание и эффективное применение сред виртуальной реальности в психологической подготовке спортсменов на основе принципов постнеклассической научной рациональности обеспечивается их иммерсивностью, интерактивностью и адаптивностью сред, с учетом ключевых психологических характеристик профессиональной деятельности спортсменов.

4. Среды виртуальной реальности, разработанные на основе системной образной репрезентации спортивной деятельности, позволяют

дифференцировать профессионально специфичные паттерны когнитивных и психомоторных процессов эффективной спортивной деятельности.

5. Технологии виртуальной реальности, моделирующие психологически значимые характеристики для разных видов спорта, включая адаптивный спорт, могут выступать в качестве методик, направленных на восстановление когнитивных и психомоторных функций, увеличение уровня активности лиц с ограниченными возможностями здоровья, включая участников боевых действий, вовлечение их в занятия адаптивными видами спорта, их ресоциализацию и реадаптацию.

Апробация результатов исследования

Результаты исследования обсуждались на российских и международных конференциях: 13th International Sport Science Congress (Турция, 2014); 15 Европейский психологический конгресс, (Нидерланды, 2017); Форум психологов России (2017); XIII Международная научная конференция по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СпортМед–2018» (Россия, 2018); XVI European Congress of Psychology (Россия, 2019); XIX Международный симпозиум памяти В.Д. Чепика «Имидж российского спорта: ответ на новые вызовы» (2021); Когнитивная наука в Москве-2021: новые исследования, (2021); Девятая международная конференция по когнитивной науке (Россия, 2020 г.); V Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «День спортивной информатики» (Россия, 2021); XVII Международный междисциплинарный конгресс «Нейронаука для медицины и психологии» (Россия, 2021); 32 International Congress of Psychology (ICP) (Чехия, 2021); Международная научно-практическая конференция, посвященная 75-летию ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна (Россия, 2021); Актуальные проблемы физической культуры и спорта: научно-практический и учебно-методический аспекты (Россия, 2021); XII Международная научная конференция «Интеллектуальные системы и компьютерные науки» (Россия, 2021);

Всероссийский психологический форум (2022); Всероссийская научно-практическая конференция «Спортивная медицина и реабилитация: традиции, опыт и инновации» (2022); X Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Физическая культура, спорт, туризм: научно-методическое сопровождение» (Россия, 2022); Всероссийская научно-практическая конференция «Цифровая трансформация физической культуры и спорта: теория, практика, подготовка кадров» (2022); Всероссийская научно-практическая конференция «Спортивная медицина и реабилитация: традиции, опыт и инновации» (2022); 16th European Congress of Sport & Exercise Psychology (Италия, 2022); 2nd International Conference on Social Neuroscience in Ecologically Valid Conditions (Россия, 2022); XXI Международная научно-практическая конференция «Современные подходы к оптимизации процесса физического воспитания, спортивной тренировки и оздоровления населения» (Россия, 2022); Всероссийская научная конференция «Психология познания», посвящённая памяти Дж.С. Брунера, Ярославль (2022, 2023, 2024); 11-я Международная научно-практическая конференция «Научное издание международного уровня – 2023: достижения, реалии, перспективы» (Россия, 2023); Международная научная конференция «Ананьевские чтения – 2023. Человек в современном мире: потенциалы и перспективы психологии развития» (Россия, 2023); Международный Грибоедовский Форум – 2023 (Россия, 2023); Международный педагогический конгресс «Наследие К.Д. Ушинского и современное образование» (Россия, 2023); Спортмед-2023; XVIII Международная научная конференция по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений (Россия, 2023); Всероссийская научная конференция с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития физической культуры и спорта» (Россия, 2023); Международная конференция «Научно-методологические основы психологической помощи и междисциплинарного сопровождения ресоциализации, реабилитации и

реадаптации ветеранов и участников боевых действий, членов их семей и других затронутых категорий населения» (2024, 2025); The 6th International Scientific Conference: Exercise and Quality of Life 2024: Global Impact of Sport Science (Сербия, 2024); Всероссийская юбилейная конференция с международным участием «Психология труда: от истоков к современности» (Россия, 2025); V Международная научная конференция «Интеракция. Интеграция. Инклюзия: от рефлексии к действию» (Россия, 2025); Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы психологии и психофизиологии человека третьего тысячелетия» (Россия, 2025); VIII Международный форум «Cognitive Neuroscience – 2025» (Россия, 2025).

По результатам проведенных работ получен патент на изобретение[4] и свидетельство о регистрации прав на базу данных[5].

Основное содержание диссертационной работы отражено в 60 публикациях; из них 46 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и отрасли наук (общий объем – 39,0 п.л.; авторский вклад – 13,065 п.л.).

Финансирование: работа выполнена при финансовой поддержке проекта Российской Федерацией в лице Минобрнауки России, проект № 075-15-2024-526.

Структура диссертации: Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и библиографического списка, содержащего 842 наименования, из них 634 на иностранном языке, 11 приложений. Основной текст диссертации изложен на 520 страницах (2 тома), иллюстрирован 93 рисунками и 17 таблицами.

---

[4] Леонов С.В. Патент на изобретение RU 2 786 594. Тренажер виртуальной реальности для отработки навыка хоккеиста по отбиванию шайбы и определения уровня мастерства / С.В. Леонов, В.А. Чертополохов, А.П. Кручинина, И.С. Поликанова, М.Д. Белоусова, Г.С. Бугрий, Н.И. Булаева, П.Ю. Сухочев. Дата гос.регистрации 22 декабря 2022 года.

[5] Леонов С.В. Свидетельство о регистрации прав на базу данных RU 2025626152. Движения глаз и головы у различных групп испытуемых (хоккеисты, борцы вольного стиля, группа контроля) в задаче по отбиванию шайбы в условиях виртуальной реальности / И.С. Поликанова, С.В. Леонов. Дата гос.регистрации 16 декабря 2025 года.

Глава 1. Теоретико-методологические основы психологической подготовки спортсменов

1.1. Спортивная деятельность как предмет психологического исследования

Спортивная деятельность является одним из видов человеческой деятельности, которой свойственны все основные положения общей теории деятельности (А.Н. Леонтьев). Она обладает уникальной спецификой и регламентируется общепринятыми правилами и положениями спортивного сообщества. Это преимущественно относится к внешне наблюдаемой, «практической» стороне деятельности атлетов. В настоящей работе мы ставим целью изучение образных средств формирования моторных навыков у спортсменов на разных этапах подготовки, также рассмотрение психологического аспекта «внутреннего мира» атлетов (Ф.Е. Василюк), внутренней картины мира спортсменов (Е.А. Климов, В.В. Пчелинова), операционально-смысловых и индивидуально-типологических характеристик профессионального опыта и спортивного мастерства (Ю.К. Стрелков) как предпосылки разработки средств виртуальной реальности (ВР) для психологической подготовки спортсменов. Развивая идеи отечественной школы деятельностного подхода (Леонтьев А.Н., Гальперин П.Я., Бернштейн Н.А.), мы рассматриваем спортивную деятельность в качестве предмета психологического исследования, которую необходимо рассматривать целостно как систему, поскольку она образована из разнородных элементов, взаимосвязанных между собой таким образом, что только вся эта система элементов в определенных связях и отношениях дает возможность решать задачи и реализовывать деятельность (Талызина, 1998). Избирательность, направленность деятельности определяется ценностями, целями, установками, потребностями, эмоциями, прошлым опытом человека (Асмолов, 2012).

К элементам спортивной деятельности как системы, прежде всего, относятся: мотивы, цель, предмет, ориентировочная основа, операционный состав или состав действий, средства, условия, результативность/эффективность.

Для спортивной деятельности характерно большое разнообразие мотивов. В этой связи спортивному психологу важно помочь атлету в определении и осознании их. Работа с мотивационной сферой спортсмена является одной из основных в практической деятельности спортивного психолога (Донцов, Леонов, 2017). Понятие мотива является «семантически перегруженным» конструктом (Леонтьев, 2016). Согласно схеме А.Г.Асмолова, выделившего три группы переменных и структур, отвечающих за мотивацию (общие источники и движущие силы деятельности; факторы выбора направленности деятельности в конкретной ситуации и процессы «ситуативного развития мотивации»). В контексте нашей работы мы определяем мотив, согласно А.Н. Леонтьеву, как «результат, то есть предмет, ради которого осуществляется деятельность» (Леонтьев А.Н., 2000, с. 432), при этом учитывая факт полимотивированности деятельности человека. Мотивы могут определяться как побуждения, вытекающие из понимания важности достижений поставленных целей, в то же время, мотивы могут иметь исключительно личное значение для спортсменов.

В работе Н.Б. Стамбуловой «Психология спортивной карьеры» отмечается, что мотив определяет выбор человеком жизненного пути в целом, в то время как цель отражает намерения человека пройти по данному пути (Стамбулова, 1999). Если мотивы могут не осознаваться человеком, то цель всегда осознана. Под целью понимается мысленный образ результата деятельности. В этой связи цель можно рассматривать как регулятор активности, который определяет сознательный выбор средств для достижения результата деятельности.

К действиям, выполняемым в рамках спортивной деятельности, относятся двигательные, ментальные, технико-тактические действия (физические

упражнения). Совокупность рациональных способов выполнения физических упражнений образует технику определенного вида спорта (Стамбулова, 1999).

Способ действий атлета определяется условиями его деятельности (Веракса, Леонов, 2009; Веракса, Леонов, 2011; Веракса, Леонов, 2012; Леонов, 2012; Веракса и др., 2018; Зинченко и др., 2019). Выделяются объективные условия реализации деятельности – специфика вида спорта, требования и регламент проведения спортивной деятельности; и субъективные условия, к которым относятся профессиональные качества спортсмена, психофизиологические особенности, опыт спортсмена (Поликанова, Леонов, 2016; Liutsko et al., 2022). Субъективные условия спортивной деятельности формируются в процессе подготовки спортсмена, которая включает в себя теоретическую, физическую, технико-тактическую, психологическую тренировку.

В ходе такой подготовки у спортсмена вырабатывается индивидуальный стиль деятельности (ИСД), под которым понимается устойчивая индивидуально-специфическая система психологических средств, приемов, навыков, методов, способов выполнения той или иной деятельности (Климов, 1982). Индивидуальный стиль деятельности позволяет людям с разными психофизиологическими особенностями, типами темперамента, характера достигать равной эффективности при выполнении одной и той же деятельности разными способами, компенсируя при этом индивидуальные особенности, препятствующие достижению успеха. Основной проблемой изучения ИСД является динамика изменения его у разных людей в зависимости от специфических объективных требований различных видов деятельности. Е.А. Климов отмечает, что индивидуальный стиль деятельности (в частности, в спорте) не определяется исключительно комплексом природных особенностей человека. Индивидуальный стиль деятельности представляет собой «интегральный эффект взаимодействия человека с предметной и социальной средой» (Климов, 1982).

Помимо индивидуального стиля деятельности, можно выделить индивидуальный стиль действий. В работах Е.А. Климова приводятся данные о том, что у одного и того же человека индивидуальный состав движений различен в зависимости от выполняемых действий и деятельности. Преимущественно это зависит от особенностей нервной системы. Так, например, одна и та же средняя скорость исполнения двигательного действия у спортсмена с подвижной лабильной нервной системой будет достигаться за счёт более скоростного старта и последующего снижения скорости; а у атлета с инертной нервной системой – за счёт равномерного и длительного нарастания скорости. Точно так же большее латентное время движений у инертных спортсменов компенсируется большей длительностью их ускорения. Компенсаторная функция указанных качественных особенностей движения — один из признаков их отношения к ИСД. Другой признак заключается в том, что эти движения существуют не изолированно, они взаимосвязаны и образуют целостную структуру, единый симптомокомплекс, в котором выделяются составляющие его типологические факторы. Именно психологическая сторона спортивной борьбы выступает одним ключевых факторов, обуславливающих достижение успеха атлетов. А.Ц. Пуни в своей работе «Психологическая подготовка к соревнованию в спорте» (Пуни, 1969) приводит слова А.П.Мордовина о том, что фехтование является «борьбой двух умов, двух воль, двух технических совершенств, проводимая различными видами холодного оружия посредством сложной, тонкой техники в кратчайшие промежутки времени».

Эта мысль нашла отражение в работах Николая Владимировича Цзена, Юрия Вильевича Пахомова (Цзен, Пахомов, 1985), которые предостерегали от излишней технологизации тренерской деятельности, в которой наставник выступал «инженером спортивных достижений». При таком подходе атлет рассматривается как материал, из которого происходит «лепка» будущего чемпиона. Но, как справедливо замечают авторы, не все определяется

технической, операциональной составляющей спортивного мастерства. Важным условием спортивной эффективности является «сила устремлений» спортсмена, его характера, эмоций. Одним из самых важных аспектов выступает смысловая сторона спортивной деятельности. Н.В. Цзен, Ю.В. Пахомов сравнивают эмоциональное состояние спортсмена не просто с «аккопанементом» физической работы, но с реальными показателями результативности, выраженными в секунадах, метрах, килограммах. Эмоции, переживаемые во время соревнований, могут не только способствовать выходу спортсмена за пределы своих возможностей – содействовать установлению рекордных показателей спортивной деятельности, но и приводить к срывам и неожиданным поражениям, являться препятствием на пути реализиации намеченного плана спортивных задач. Спортсмену необходимо найти совместно с тренером пути формирования требуемых качеств, навыков, стилей, а задача психологии – показать эти пути, выработать их сообразно специфике вида спорта. В нашей работе мы стремимся устранить редукционизм и симплификацию понимания спортивной деятельности как механического воспроизведения заданных компонентов, последовательности операций, действий. Ключевой задачей для нас выступает создание возможности выработки ориентировки в выполнении профессионально важных задач, основу которых составляет движение. Данный принцип является основополагающим в контексте решения задачи выявления и моделирования профессионально важных характеристик спортивной деятельности.

Проблема изучения движения являлась центральной для работ ведущего отечественного психолога Н.А. Бернштейна (Бернштейн, 1947). Одним из первых Н.А. Бернштейн подробно описал кольцевую структуру регуляции двигательного акта. Им сформулирован принцип сенсорных коррекций, согласно которому для совершения реального движения нужно учитывать изменения внешней среды. По мнению Н.А. Бернштейна, упражнение – это деятельное строительство, поскольку построение навыка является смысловым действием, в

котором важно соблюдать правила его построения. Н.А. Бернштейн выделил следующие уровни построения движения:

Уровень А является самым низким и филогенетически самым древним, контролирует мышечный тонус. Данный уровень обеспечивает регуляцию таких движений, как непроизвольная дрожь, стук зубами от холода или страха и т.п. На данный уровень поступают сигналы от мышечных проприорецепторов, которые сообщают о степени напряжения мышц, а также сигналы от органов равновесия.

Уровень В представляет собой уровень синергий, на котором перерабатываются преимущественно сигналы от мышечно-суставных рецепторов, передающие информацию о взаимном положении и движении частей тела. Он берет на себя задачу внутренней координации сложных двигательных ансамблей. К собственным движениям этого уровня относятся потягивания, мимика и т. п.

Уровень С – уровень пространственного поля. На него поступает информация о внешнем пространстве. На нем строятся движения, приспособленные к пространственным свойствам объектов: их форме, положению, длине, весу и пр.

Уровень D – уровень предметных действий. Это корковый уровень, который заведует организацией действий с предметами. К нему относятся все орудийные действия, манипуляции с предметами.

Уровень Е – это уровень интеллектуальных двигательных актов, в первую очередь речевых движений, движений письма, а также движения символической или кодированной речи.

По мнению Н.А. Бернштейна, двигательный навык есть координационная структура, представляющая собой освоенное умение решать двигательную задачу того или иного вида. Координация движений есть преодоление избыточных степеней свободы движущегося органа, т. е. превращение его в управляемую систему. Но, как справедливо отметил А.В. Запорожец (Запорожец,

1986), анализируя концепцию Н.А.Бернштейна, что в процессе двигательного акта большую роль играют внешние реактивные силы («внемышечные, неподвластные организму»), в связи с этим представляется невозможным определить необходимое направление и силу выполняемого произвольного движения даже с учетом самой точной дозированной системы пусковых эфферентных импульсов.

Идеи Н.А. Бернштейна в дальнейшем получили развитие в теории функциональных систем П.К. Анохина (Анохин, 1971). Под функциональной системой П.К. Анохин понимает динамически складывающуюся широкую распределенную систему из разнородных физиологических образований, все части которой содействуют получению определенного результата (Анохин, 1968). Основополагающим конструктом функциональной системы, согласно теории П.К. Анохина, является системообразующий фактор, определяющий образование кооперативных отношений между компонентами этой функциональной системы в целях достижения полезного приспособительного результата (Роменець, Маноха, 2003).

Среди компонентов функциональной системы, обеспечивающих непрерывную самоорганизацию и адаптацию к изменениям внешней среды, П.К. Анохин выделил следующие: афферентный синтез; принятие решения; акцептор результатов действия; программа действия; результат действия; обратная афферентация, которая содержит все параметры результата; сравнение реальных результатов с теми, которые предполагались заранее в акцепторе результатов действия (рис. 1.1). Функциональная система состоит из определенного количества компонентов, каждый из которых занимает своё место и выполняет определенные функции. Первый из них — *афферентный синтез*, в котором выделяют четыре обязательных компонента: доминирующую мотивацию, ситуационную и пусковую афферентацию, а также память. Взаимодействие этих компонентов приводит к процессу принятия решения.

Любое движение в зависимости от окружающих условий может реализовываться по-разному, поэтому *ситуационная афферентация* определяет характер действия. *Пусковая афферентация* – это возбуждение, которое непосредственно вызывает поведенческую реакцию. *Память* представляет собой прошлый опыт человека, на основе которой также строится характер реагирования организма. *Принятие решения* выполняется на основе анализа всех четырех компонентов афферентного синтеза.

Афферентный синтез и принятие решения предопределяют построение программы действий – эфферентный синтез. На данном этапе возникает такой компонент функциональной системы, как *акцептор результата действия* – модель будущего результата действия, полученного в результате выполнения определенной поведенческой реакции. Если поведенческий акт выполнен неправильно или не полностью, то происходит коррекция действий – возникает ориентировочная реакция, в результате которой снова запускается вся функциональная система и цикл повторяется до получения ожидаемых согласно программе результатов. Если параметры результата действия не отличаются от намеченных, то образец *обратной афферентации* совпадает с образцом акцептора результата действия, и действие завершается. Такая обратная афферентация является обязательным компонентом любой функциональной системы.

Одним из важных концептов теории П.К. Анохина является теория об опережающем отражении действительности, которая раскрывает характер жизненной активности организма. Суть опережающего отражения состоит в том, что при систематическом воздействии на организм определенных факторов (группы факторов), организму достаточно появления первого из этих факторов для запуска реакции. П.К. Анохин говорит об опережающем отражении как о живом универсальном механизме приспособления к внешнему миру. При этом

определенные факторы внешней среды приобретают сигнальное значение для организма.

Таким образом, теория функциональных систем является попыткой целостно представить поведенческий акт в совокупности физиологических механизмов, обеспечивающих поэтапное его развертывание от начального к конечному моменту. Мы видим, что возникшая психическая регуляция движений осуществляется посредством образа (Запорожец, 1986).

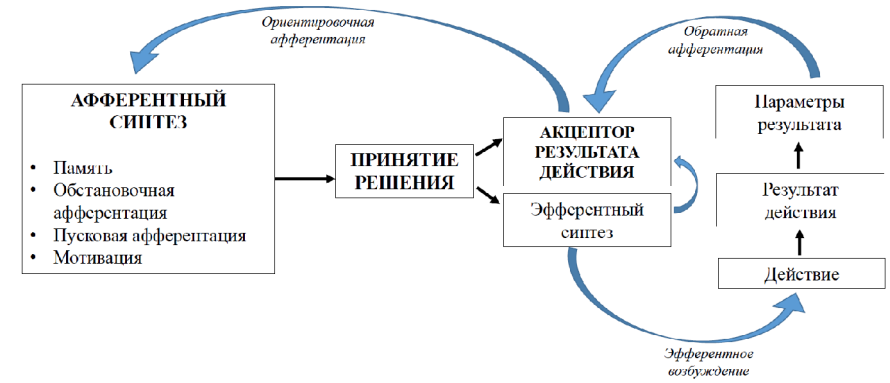


Рисунок 1.1 – Схема функциональной системы по П.К. Анохину

В контексте спортивной деятельности мы исследуем человека не изолированным образом, как носителя психофизиологических качеств, а как субъекта, включенного в профессиональную среду. Важным является формирование индивидуально-своеобразных путей эффективной реализации профессиональных задач, выделение ядерных и производных компонентов деятельности. В центре нашего внимания находятся единицы анализа деятельности – профессиональные действия спортсменов, изучение и формирование которых стало возможным благодаря подходу П.Я. Гальперина в рамках разработанной им теории поэтапного формирования действий и понятий (Гальперин, 1968). Основу данной теории составляет понятие «ориентировочная основа действия», или ООД. ООД – образ системы условий, на который реально опирается человек, осуществляя действие.

Нам представляется значимым и важным выделение именно ориентировочной основы спортивной деятельности (ООД), которую П.Я. Гальперин определял в качестве предмета психологического исследования. Мы полагаем, что ООД является субъективной категорией и представляет отражение условий действий.

При этом отражение этих условий может быть адекватным (полная ООД), а может иметь неполную ориентировочную основу, или, наоборот, излишнюю. Успешность действия зависит от полноты ООД и её адекватности поставленной задаче.

Каждое действие содержит три части: ориентировочную, исполнительную и контрольно-корректировочную.

В результате осуществления первой части действия формируется ООД; вторая часть действия реализует ту программу, которая формируется на основе ООД, представляя собой попытку решения двигательной задачи. Третья часть действия контролирует качество первых двух, оценивая их по эффективности продвижения к цели. Если исполнительная часть соответствует схеме ООД, но продвижение к цели не удовлетворительно, то коррективы вносятся в ООД и через нее — в исполнительную часть. Если имеется рассогласование между исполнительной частью и ООД, то коррективы вносятся в исполнительную часть. Третья часть действия подает сигнал о прекращении действия по достижении намеченного результата. Все три части действия существуют в единстве; действие не начнется, если нет первой части, не осуществится без второй, не закончится без третьей. В трактовке структуры действия теория П.Я. Гальперина согласуется с положениями теории построения движений Н.А. Бернштейна.

Разработанная П.Я. Гальпериным теория управления усвоением знаний, формированием действий и понятий благодаря выделению ООД и доказанности ее роли в формировании действия, помогла существенно скорректировать

методику обучения, направив основное внимание не на отработку моторных движений (исполнительную часть действия), а на формирование ООД, позволяющей не только чисто и точно выполнять действие, но адаптировать сформированный двигательный навык под новые условия среды.

Согласно теории П.Я. Гальперина, действие можно описать такими характеристиками, как форма, обобщенность, развернутость и освоенность.

Форма (материальная, материализованная, внешнеречевая, внутреннеречевая) характеризует степень интериоризации формирующегося действия. Двигательные действия в своей исполнительной части всегда существуют как внешние; интериоризуются в указанной последовательности форм только ориентировочная и контрольно-корректировочная части действия.

Обобщенность отражает выделение существенных признаков действия, позволяет увидеть в отдельном действии общий принцип решения определенных задач. Обобщенность позволяет объяснять феномен единства стабильности и вариативности двигательного действия и эффективно формировать двигательные навыки, не опасаясь отрицательных последствий их стабилизации.

Развернутость характеризует степень полноты осознания операций при выполнении действия. По мере усвоения действия количество осознаваемых операций сокращается, действие становится «свернутым». В контексте двигательных действий происходит «сворачивание» ООД и контрольно-корректировочной части действия. Исполнительная часть остается предметной, внешней и развернутой.

Освоенность характеризует такие качества выполнения действия, как легкость, точность, быстрота, стабильность.

Особое место в теории П.Я. Гальперина занимает концепция закономерного чередования этапов усвоения действия, впервые в педагогике и психологии показавшая закономерности интериоризации внешнего, объективного, его переход во внутренний, психический план.

На I этапе формируется схема ООД. На данном этапе ученик только знакомится с ситуацией, осознает задачу, уясняет логическую структуру действия и возможности его осуществления.

На II этапе действие усваивается в материальной форме, которую можно воспринимать с помощью органов чувств: зрения, осязания, мышечного чувства. Действие усваивается развернуто, с осознаванием всех входящих в него операций. В материальной форме и развернуто осуществляются ориентировочная, исполнительная и контрольно-корректировочная части действия.

На III этапе действие усваивается в форме внешней речи. Речь обучаемого содержит конкретные образы тех ощущений, которые характеризуют изучаемое действие и были осознаны (усвоены) в материальной форме на предыдущем этапе. Внешнеречевая форма действия (громкая речь) также развернута; все операции, входящие в действие, должны быть не только оформлены словесно, но и усвоены в речевой форме. Усвоение действия в форме внешней речи позволяет расширить границы обобщенности, поскольку речь позволяет моделировать ситуации и оперировать с моделями таких ситуаций, которые на предыдущих этапах не могли иметь места.

IV этап – переход от усвоения действия в форме внешней речи к усвоению в форме внутренней речи. Здесь действие выполняется в форме внешней речи, но беззвучно, «про себя». Однако, приняв форму беззвучной речи, действие начинает быстро сокращаться, автоматизироваться. Это признаки перехода на заключительный, V этап усвоения.

На V этапе действие усваивается в форме внутренней речи. Внутренняя речь отличается от внешней тем, что в ней роль знаков внешнего мира выполняют не только слова, но и образы чувственного отражения реальности. В связи с переходом на внутреннюю речь повышается быстрота операций ориентировки, исполнения (если выполняются перцептивные или умственные

действия), контроля и коррекции. Отдельные операции выходят из-под контроля сознания, действие автоматизируется. Сознание контролирует лишь смысловую направленность действия, общую последовательность операций. Более мелкие детали действия контролируются сознанием выборочно, по мере необходимости. Обобщенность действия на этом этапе остается такой, какой она сформировалась на предшествующих этапах. Таким образом, итог усвоения – сформированное действие значительно отличается от исходного – внешнего материального действия (Гальперин, 1968).

Положения теории П.Я. Гальперина позволили проанализировать многие феномены обучения двигательным действиям, обосновать эффективные методы обучения и организации учебного процесса. Все это позволяет принять данную теорию в качестве элемента методологической основы теории обучения двигательным действиям.

Формирование полной ориентировочной основы действий в спорте высших достижений является крайне важным фактором, способствующим более быстрой и эффективной ориентировке атлетов в изменяющихся условиях соревновательной среды, а, в свою очередь, и достижению более высоких результатов. В современных условиях спортсмены постоянно сталкиваются с изменчивостью соревновательной и тренировочных сред – места тренировок не совпадают с местами проведения соревнований; при этом сами соревнования часто проводятся в разных городах и странах, отличающихся другим климатом и часовыми поясами, соревнования сопровождаются сильным психологическим напряжением и стрессом по сравнению с тренировочным процессом.

Формирование полной ориентировочной основы у спортсмена предполагает наличие полной информации об условиях успешного выполнения двигательного действия. Такой набор элементов ориентировочной основы действия М.М. Боген, развивая идеи П.Я. Гальперина о формировании ориентировочной основы действий, назвал основными опорными точками (ООТ)

(Боген, 1985). Совокупность ООТ, составляющих программу действия, является ориентировочной основой действия.

ООД будет полной только в том случае, если она содержит достаточную и необходимую информацию для формирования представления о планируемом действии. В соответствии с концепцией М.М. Богена, такие представления должны включать зрительный образ двигательной задачи, смысловой, а также кинестетический образ, включающий в том числе предыдущий опыт атлета (Боген, 1985).

По мере освоения движения, обучающийся, даже при условии представления ему необходимой информации об условиях успешного выполнения данного действия, пытается трансформировать эту систему основных опорных точек в соответствии с возникшими у него кинестетическими ощущениями, что, в свою очередь, может приводить к возникновению ошибок. Поэтому тренер должен чётко контролировать усвоение обучающимся всех необходимых условий успешного выполнения действия. Этого, в свою очередь, можно добиться подробным проговариванием вслух последовательности необходимых операций и критериев контроля качества.

Со временем такое подробное проговаривание всех необходимых двигательных операций, сопровождающееся образами двигательных ощущений, способствует быстрому запоминанию действий и формированию идеомоторных образов, позволяющих мысленно выполнять действие. Согласно А.Ц. Пуни, сочетание мысленного и реального выполнения изучаемого двигательного действия способствует повышению его точности.

Использование деятельностного подхода, основанного на формировании ориентировочной основы действия, нашло широкое применение в спорте высших достижений.

Кугаевский С.А. и Козин В.В. (Кугаевский, Козин, 2014) предлагают использовать деятельностно-ситуативный способ обучения для

совершенствования спортивного мастерства юных баскетболистов в противоположность часто используемому простому заучиванию движений и отработке конкретных ситуаций без учета действий противника (Гнусова, 2007; Морозова, 2009). Авторы разработали систему ориентиров методологической и технико-тактической подготовки баскетболистов, выполняющих системообразующую функцию. Кроме того, авторы варьировали степень неопределенности ориентировочной основы осваиваемого действия и пытались закрепить в личном опыте спортсменов устойчивые алгоритмы успешных действий. В данном исследовании подтверждается вывод, что ориентировочная основа не должна задаваться в готовом виде, а должна строиться самим спортсменом посредством решения специально подобранных двигательных задач. Авторами выделено несколько требований, необходимых для эффективного процесса обучения технико-тактическим действиям: учёт личного опыта спортсмена; включение в процесс обучения соревновательного контекста; воссоздание игровой соревновательной деятельности, которая по мере роста мастерста будет усложняться; развитие у спортсменов навыков аналитического мышления, включая анализ ситуаций и др.

В работе Загревского О.И. и Загревского В.И. (Загревский, Загревский, 2013) взята за основу теория П.Я. Гальперина о поэтапном формировании действий и понятий. На первом этапе у спортсмена происходит формирование необходимых двигательных представлений (ДП) об изучаемом двигательном действии (ДД). Данные ДП характеризуют процесс субъективного отражения объективной реальности в психике спортсмена. Двигательные представления о движении формируются, как правило, с помощью визуальных средств (видео, наблюдение за другими спортсменами и др.). Таким образом, двигательные представления спортсмена субъективны. С другой стороны, существуют объективные параметры движения – биомеханические, которые включают в себя кинематические и динамические характеристики.

В исследовании Драндрова Г.Л. и коллег (Драндров, Краснов, Фаттахов, 2011) изучалось формирование обобщенной ориентировочной основы групповых тактических действий у юных футболистов, играющих в нападении. Технико-тактические действия включают как внутренние (тактические) элементы – восприятие игровой ситуации, умственное решение тактической задачи; так и внешние (технические) элементы – практическая реализация выбранного решения в данной ситуации. Недостаточное развитие тактических элементов, например, неумение воспринимать значимые элементы игровой ситуации, приводит к неправильному выбору решений и их технической реализации. Таким образом, авторы ставили своей задачей формирование правильного тактического мышления юных футболистов, чтобы преодолеть избыточность поступающей/воспринимаемой информации и направить внимание спортсменов на значимые элементы игровой ситуации, за счет смещения акцентов от совершенствования технической составляющей действия к формированию правильной ориентировочной основы действий. Важно учитывать, что технико-тактические действия в футболе носят преимущественно групповой характер (2-3 футболиста включены в решение тактической задачи), поэтому и совершенствование процесса обучения должно происходить за счет формирования ориентировочной основы групповых тактических действий.

В работе Козина В.В. с коллегами (Козин, Гераськин, Родионов, 2014) проведен обширный анализ применения деятельностного подхода к подготовке спортсменов в игровых видах. Такие виды спорта отличаются жестким лимитом времени, тактической борьбой с противником с использованием, с одной стороны, достаточно автоматизированных, но в то же время, вариативных технико-тактических приемов. Соответственно, данные виды спорта предъявляют высокие требования не только к атлетической подготовленности, но и к развитию психомоторных, перцептивных и интеллектуальных

способностей. В игровых видах спорта постоянно взаимодействуют как объективные и субъективные факторы деятельности (Келлер, 1977; Родионов, 2001; Родионов, 2002), моторные факторы, связанные с техникой игры (Туманян, 1982); а также когнитивные характеристики самих игроков (Родионов, 1990; Дмитриев, Михайлов, 2010). В связи с этим эффективное формирование ориентировочной основы в игровых видах спорта может осуществляться только с позиции интеграции и объединения указанных выше факторов (Ленц, 1967; Ванаев, 1980; Новиков, 1989).

В исследовании Курицыной А.Е. (Курицына, 2011) изучалась эффективность процесса начальной технико-тактической подготовки юных борцов при условии включения в учебно-тренировочный процесс комплексов базовых тактико-технических действий с использованием игровых и тренировочных заданий.

Практика технико-тактической подготовки борцов (греко-римской, вольной, дзюдо и самбо), как правило, ориентирована на освоение завершающих атаку приемов (бросков, сваливаний, переворотов и др) с постепенным включением их в ситуации противоборства соревновательного поединка (Ленц, 1960; Чумаков, 1976; Алиханов, 1985; Шахмурадов, 1992). При этом технико-тактическая подготовка борцов уделяет недостаточно внимания базовым элементам действий борцов: передвижениям в различных стойках, контактам силового взаимодействия (захватам, упорам, подножкам, подсадам и т.п.) с элементами действий, эпизодами поединков, предопределяющими взаиморасположение борющихся и возможность эффективного силового воздействия (Кондрацкий, Грузных, Игуменов, 1984; Грузных, 1987; Игуменов, Подливаев, 1993). Это связано с тем, что победа одного из противников связана с демонстрацией победителем своего технического преимущества. Таким образом, завершающие атаку приемы формально становятся главной целью

спортивной подготовки борцов к соревнованиям и находятся в центре внимания тренеров и спортсменов.

Курицыной А.Е. (2011) был использован комплекс тренировочных заданий, позволяющий на основе имеющихся у юных спортсменов представлений детализировать арсенал расширенной техники. Особенностью тренировочных заданий является увеличение количества основных опорных точек. Результаты исследования показали значимое улучшение результатов экспериментальной группы как по освоению базовых технико-тактических действий, так и по результатам соревновательной деятельности.

При выделении ООТ важное значение имеет описание «объектов локализации внимания» и «образцов ощущения в них правильного действия», на которые должно быть направлено внимание обучаемого в тот или иной момент движения (Боген, 1985). Как правило, у спортсменов осознанные представления о двигательных действиях возникают бессистемно, интуитивно (Якубчик, 1973; Усатый, Сучилин, 1983). Мы полагаем, что целенаправленное формирование образной репрезентации позволит выстроить процесс спортивной подготовки на новом качественном уровне.

Выделение спортивной деятельности в качестве предмета исследования позволяет рассмотреть её комплексно, системно. Выявление и изучение её составляющих, детерминирующих эффективность профессионального мастерства атлетов, является важной задачей современной психологической науки. Нам представляется значимым и важным выделение именно ориентировочной основы спортивной деятельности, которую П.Я. Гальперин выделял в качества предмета психологического исследования. Для формирования полной ориентировочной основы у спортсмена необходимым условием является наличие информации об условиях успешного выполнения двигательного действия. Ориентировочная основа должна содержать достаточную и необходимую информацию для формирования представления о

планируемом действии. Она не должна задаваться в готовом виде, а должна строиться самим спортсменом на основе специально подобранных упражнений. Кроме того, ориентировочная основа спортивных действий включает как объективные факторы, так и субъективные характеристики атлетов. К субъективным характеристикам, помимо когнитивных и моторных особенностей спортсменов, относятся также и образные процессы, в том числе способность к мысленным образам и репрезентациям.

1.2. Изучение образов в спортивной деятельности. Особенности, структура и эффективность использования образов в спортивной практике

1.2.1. Понятие «образа» в спортивной психологии. Особенности мысленных образов в спорте

Понятие образа является сложным, комплексным, отражающим разные психические стороны и явления (образ восприятия, образ представления). В психологии спорта также достаточно сложно однозначно определить термин «образ».

Понятие «образ» широко используется в разных областях гуманитарного знания, включая как теоретические концепции, так и прикладные подходы (Завалова, Ломов, Пономаренко, 1986; Фаликман, Спиридонов, 2011; Веракса, Горовая, Грушко, Леонов, 2016). Необходимо четко дифференцировать понимание о предметном содержании, которое мы вкладываем в понятие образа, образной репрезентации и других сопутствующих концептов, таких как мысленный образ, образное представление, моторная репрезентация и др.

Началом изучения мысленных образов в спорте принято считать работы Е. Джэкобсона (Jacobson, 1931) и Р. Саккета (Sackett, 1934). В них сделана попытка рассмотреть мысленную тренировку в качестве целенаправленного

структурированного процесса в противоположность спонтанному представлению спортивных ситуаций. В этом заключалась важность этой структурированной программы для спорта, включающей различные сценарии и задействующей разные модальности (Taylor, Wilson, 2005).

Проблема формирования и использования мысленных образов активно обсуждалась в конце 1970-х гг. (Farah, 1989). В то время основная дискуссия в области проблемы формирования мысленных образов была связана с двумя вопросами. Первый касался формирования мысленных образов: формируются ли мысленные образы уже в процессе восприятия, или же они являются более абстрактными и представляют постперцептивную репрезентацию чувственного опыта. Данный вопрос активно исследовался Финке (Finke, 1980) и Шепардом (Shepard, 1978). Вторая проблема касалась того, имеют ли мысленные образы пространственный характер или же они представляют своего рода пропозиции.

Для изучения данного вопроса в работе Косслина с коллегами (Kosslyn, 1978) испытуемых просили сосредоточить внимание на определенной точке изображения, после чего по команде они должны были как можно быстрее перевести внимание на другую точку. Время сканирования между двумя точками оказалось прямо пропорционально их метрическому разделению, т.е. так же, как если бы предметы сканировались через воспринимаемый стимул. Исходя из этого Косслин сделал вывод о пространственном характере мысленных представлений, а не пропозициональном.

Важное значение для изучения образов имели исследования с испытуемыми, у которых наблюдались различные нарушения зрительного восприятия. Предполагалось, что в случае состоятельности предположения о пространственном характере мысленных представлений, у людей с нарушениями восприятия будут наблюдаться аналогичные нарушения и в построении мысленных образов. Например, в работе Деренци и Спиннлера (DeRenzi, Spinnler, 1967) были исследованы способности пациентов с нарушениями

цветового восприятия в формировании мысленных образов, связанных с цветом. Была показана связь между нарушением цветового восприятия (к примеру, дальтонизмом) и способностью устно воспроизводить цвета различных объектов по памяти. В исследовании Беувоис и Сайлант (Beauvois, Saillant, 1985) изучались пациенты с синдромом визуально-вербального разъединения (visual-verbal disconnection syndrome). Такие пациенты могли выполнять простые визуальные задачи, например, сравнить два цвета, или сказать, какой цвет ассоциируется с завистью. Однако в случае, когда пациента просили устно выполнить две аналогичные задачи, например, ответить на вопрос «Какого цвета персик?» (то есть, нужно представить персик, а также соотнести его с определенным цветом), испытуемые не могли справиться с задачей. Ментальные образы взаимодействовали с другими визуальными и словесными компонентами задачи, как если бы они были визуальными представлениями.

Таким образом, имеются различные свидетельства, подтверждающие функциональную эквивалентность зрительных образов и процесса восприятия (DeRenzi, Spinnler, 1967; Roland, Friberg, 1985; Roland et. al., 1987; Farah, 1989).

Развивая свою теорию, Дженерод (Jeannerod, 1993) предложил распространить принцип идентичности зрительных образов и восприятия на область моторики, выдвинув гипотезу о том, что мысленные образы движений будут функционально эквивалентны реальным движениям. Его предположения в дальнейшем были подтверждены множеством исследований, которые показали, что при воображении моторного действия наблюдается аналогичная активация коры головного мозга, как и при фактическом выполнении движений (Hallett et al., 1994; Besteiner et al., 1995; Stephan et al., 1995; Stephan et al., 1995; Cunnington et al., 1996). Кроме того, при мысленном представлении движений наблюдается изменение периферийных сердечных, дыхательных и мышечных показателей. В пользу подтверждения эквивалентности мысленных и реальных движений говорят результаты ряда работ, показывающих аналогичный временной интервал

мысленных и реальных движений (Decety et al., 1989; Decety, Lindgren, 1991; Vogt, 1995).

В отечественной психологической науке проблема образа была центральной для многих авторов (Б.Г. Ананьев, А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн, Л.М. Веккер, Б.М. Теплов, Ю.К. Стрелков и др.). Основоположник традиции изучения образа И.М.Сеченов определял процессы ощущения и восприятия как «сколки с действительности», основной задачей которых выступает регуляция поведения человека, сохранение целостности существования.

И.П. Павлов (1950) отмечал, что для реализации поведенческих функций нужно постоянно приноравливаться к постоянно меняющимся внешним условиям. В связи с этим для регуляции требуется формирование образа – «слепка» предметных условий действия.

Л.М. Веккер (1974) выделял две подгруппы психологического образа. К первой относились пространственно-временные и модально-интенсивные характеристики образа, которые составляли его «ткань». Вторая подгруппа характеризовалась предметностью, константностью, целостностью, обобщенностью – теми особенностями, которые проявляли себя в «первичных характеристиках».

В.И. Гончаров в докторской диссертации показывает, что в основе формирования и фиксации целостного образа двигательного действия лежит «память на движения». Данный вид памяти определяется как мультимодальный, в состав которой входят как образная («проприоцептивная», зрительная и пр.), так и словесно-логическая и эмоциональная виды памяти (Гончаров, 2008).

О тесной связи субъекта и объекта писал Д. А. Ошанин, исследуя проблему оперативного образа, решая задачу оптимизации мнемосхем, которые выступают как зрительная информация для операторов. Так как мнемосхемы не всегда соответствуют своему назначению, оператор обращается к ним редко, а в стрессовых ситуациях он ее даже не замечает. Исходя из этого, Ошанин делает

предположение, что графический образ мнемосхем не соответствует образу, на который ориентируется профессионал в своей деятельности, т.е. образ на основе мнемосхемы становится неэффективным в условиях управления им, так как требует много дополнительных действий по перешифровке, применительно к решаемым задачам.

Анализ различных видов предметных действий дает возможность Д.А. Ошанину высказать положение о том, что адекватность содержания образа объекта его конкретному назначению в системе действия является существенной характеристикой этого образа как регулятора действия (Ошанин, 2008).

Ю.К. Стрелков писал, что операциональный смысл двигательной задачи, сливаясь с образом и переживанием (неудач, успехов, радости, страхов), обогащенный стремлением к профессиональным достижениям, может стать достоянием личности, если эта задача становится значимой для человека. Он выделил два типа комплекса операций в пространстве по маршрутам среди лётного состава воздушного судна: 1) циклический тип (многократно повторяющееся операции во время полета повторяющегося маршрута); 2) однотипный тип (остальные действия, выполняемые летчиком во время полета, например, взлет, посадка). Это показывает, что штурманы имеют отличия в выполнении своих действий: одни специалисты лучше выполняют циклические действия, другие – одиночные (Стрелков, 1990, 2001).

С середины 1980-х годов начались исследования мысленных образов с использованием нейровизуальных методов – таких как функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и др. Роланд и Фриберг (Roland, Friberg, 1985) с помощью однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (SPECT) исследовали закономерности регионального кровотока у испытуемых во время выполнения ими различных когнитивных заданий (например, визуализировать прогулку по знакомой местности). В данной задаче результаты показали увеличение

кровотока в задних отделах головного мозга, в том числе зрительных кортикальных областях теменной и затылочных долей. Позднее полученные результаты были подтверждены в повторном эксперименте на тех же испытуемых с использованием метода ПЭТ (Roland, Eriksson, Stone-Elander, Widen,1987).

К настоящему времени проведено множество разнообразных исследований в области изучения влияния мысленных образов и мысленных тренировок на эффективность выполнения двигательных действий и моторных навыков у спортсменов (Weinberg, R., 1981; Feltz, Landers, 1983; Feltz et al., 1988; Grouios, 1992; Driskell et al., 1994). Данные работы доказывают положительный эффект таких мысленных тренировок. Однако однозначной концепции, объясняющей такое положительное воздействие мысленных образов, до сих пор не существует.

А. Моран (Moran A., 1993), разрабатывая концепцию мысленного образа в спорте, включающую в том числе возможность оценки образного представления, взял за основу определения образа, предложенные М. Матлином (Matlin M., 1989) и Р. Солсо (Solo R., 1991). В данном контексте образ рассматривается как мысленное представление явлений, которые не существуют в физической форме; он отражает наши представления об отсутствующих объектах и ситуациях. А. Моран расширяет это определение, включая различные модальности и не ограничиваясь только зрительными образами.

В работах Ш. Мэрфи (Murphy S., 1994) образ определяется как процесс воспроизведения ранее полученного сенсорного опыта в отсутствие внешних стимулов, акцентируя внимание на процессах памяти. Р. Вилей и С. Уолтер (Vealey R., Walter S., 1993), а также С. Гринлиф (Vealey R., Greenleaf C., 2001) подчеркивают, что образ включает в себя мысленное воссоздание переживаний, относящихся к любой сенсорной модальности.

Некоторые исследования демонстрируют, что способность четко представлять себе действия сохраняется даже в ситуациях, когда физическое

выполнение этих действий невозможно, например, при ампутации конечностей (Schilder P., 1935), или повреждениях спинного мозга (Decety J., 1990), или других нарушениях (Jeannerod M., Michel F., Prablanc C., 1990). Это позволило Джиннероду (Jeannerod M., 1994) предположить, что *мысленный* образ движения представляет собой продукт сознательного доступа к соответствующей моторной репрезентации. Активация двигательного действия, как правило, происходит за доли секунды. Его завершение приводит к деактивации моторной репрезентации. При этом моторная репрезентация не осознается, поскольку ее активация и деактивация после движения происходят слишком быстро. Если подготовка к двигательному действию происходит заблаговременно, то активность моторной репрезентации продлевается и может быть осознана в качестве мысленного образа двигательного действия. Таким образом, при целенаправленном представлении движения происходит сознательный доступ к моторным репрезентациям с одновременной блокировкой выполнения самого движения (Zentgraf et. al., 2011; Balser et. al, 2014).

Предполагается, что при освоении двигательного навыка, особенно на начальных этапах, основную роль играют когнитивные процессы, а с накоплением соответствующего двигательного опыта основными становятся механизмы, в основе которых лежит активность моторной системы (Бернштейн, 1990; Fitts, 1962; Fitts, Posner, 1967; Lawther, 1968; Adams, McCubbin, 1971;). При этом, как было отмечено выше, оба механизма задействованы при представлении движения, поэтому использование мысленного образа движения является результативным на любом этапе освоения движений, что подтверждается многочисленными исследованиями (Зинченко, Тоневицкий, 2011; Mahoney, Avener, 1977; Weinberg, 1982; Feltz, Landers, 1983; Meaney, 1984; Orlick, Partington, 1987; Kaczor, 1988; Whelan, Mahoney, Meyers, 1991; Gould, 1993; Driskell, Copper, Moral, 1994; DeFrancesco, Burke, 1997; Murphy, Martin, 2002; Williams, 2007; Hecker, Morris, Spittle, 2012).

М. Деннис (Denis, 1985) акцентировал внимание на таких свойствах мысленных образов, как динамичность и продуктивность. Под динамичностью понимается свойство образа воссоздавать не только статичный объект, но и движущиеся объекты и динамичные события. Образы не ограничиваются только воспроизведением прошлого опыта, они также могут быть направлены на создание или моделирование будущих ситуаций, т.е. на их предвидение или антиципацию (Denis, 1985).

Важно отметить, что образы и образные репрезентации спортсменов не ограничиваются только лишь зрительной модальностью – они являются мультисенсорными явлениями и отражают информацию из различных сенсорных модальностей, включая зрительную, слуховую, кинестетическую, обонятельную, вкусовые ощущения, тактильную. Поэтому более поздние подходы к определению мысленного образа учитывают все сенсорные модальности. Так, например, Л. Харди, Г. Джонс и Д. Гоулд определяют образ обобщенно как «символическое сенсорное переживание, которое может происходить в любой сенсорной модальности» (Hardy, Jones, Gould, 1996).

А. Ричардсон (Richardson, 1969) определяет мысленный образ как любой квазисенсорный и квазиперцептивный опыт, который осознается субъектом и возникает в отсутствие реальных стимулов.

Таким образом, можно выделить следующие основные характеристики образов: образ возникает в отсутствие внешних стимулов; под образом понимается воссоздание прошлого сенсорного опыта или переживаний, а также конституирование новых, не имевших места в личном опыте; мысленный образ включает разные сенсорные модальности, т.е. является мультисенсорным.

1.2.2. Применение мысленных образов в спорте

При индуцировании мысленных образов спортсмен может использовать две различные перспективы визуализации: внешнюю и внутреннюю. Махони и Авенер (1977) определили внешнюю перспективу как видение от третьего лица, когда участник выступает в роли наблюдателя, словно смотрит со стороны или вспоминает прошедшее событие. В отличие от этого, внутренняя перспектива, или видение от первого лица, требует приближения к реальным жизненным ситуациям, характерные для настоящего опыта.

Первый этап в изучении новых моторных навыков называется этапом познания, поскольку субъект изначально использует словесные и когнитивные сигналы для представления задания, а доминирующей сенсорной системой является зрение (Fischman, Oxendine, 1993). Следовательно, на ранних этапах обучения внешняя перспектива (т.е. образ от третьего лица) может быть более эффективной, поскольку она позволяет учащемуся изучить двигательные действия за пределами своего тела, что дает наиболее полное представление об их выполнении. Для задач, которые основаны на кинестетическом осознании, внутренние образы, т.е. образы от первого лица, используются чаще в противоположность внешним образам, потому что предполагается, что внутренняя перспектива имеет более сильную связь с кинестетическими ощущениями (Murphy, Jowdy, 1992). Считается, что внутренняя перспектива может включать кинестетические образы (ощущение движения), в то время как внешняя перспектива может быть недостаточной для создания таких ощущений (Rodgers, Hall, Buckolz, 1988; Hall, Rodgers, Barr, 1990).

Различные типы визуализаций способствуют улучшению конкретных аспектов результативности и эффективности моторных навыков (Callow, Hardy, 2001; Guillot, Nadrowska, Collet, 2009). В частности, исследование Харди и Каллоу (Callow, Hardy, 2001) указывает на то, что внешние визуальные образы

могут оказаться более эффективными для повышения качества выполнения двигательных задач, где ключевыми являются форма и техника. Напротив, считается, что внутренняя перспектива визуализации может играть более важную роль в открытых навыках, которые сильно зависят от восприятия (White, Hardy, 1995). Однако результаты исследований мысленных образов не всегда подтверждают эти идеи, поэтому требуется дальнейшее изучение применения различных перспектив мысленных образов.

Способность эффективно исследовать различные перспективы мысленных образов сталкивается с рядом трудностей, одной из которых является способность атлета изменять ракурс представления во время визуализации движения. Махони и Авенер (1977) стали первыми, кто изучил факторы, влияющие на использование внутренних и внешних перспектив образов. Их исследования показали, что у элитных гимнасток, вошедших в состав олимпийской сборной, наблюдается более частое использование внутренних образов по сравнению с внешними.

Ротелла, Ганснедер, Ояла и Биллинг (Rotella, Gansneder, Ojala, Billing, 1980) провели исследование когнитивных стратегий у лыжников высокого уровня в процессе подготовки к соревнованиям. В ходе исследования было установлено, что более успешные лыжники уделяют внимание сложным участкам трассы, применяя внутреннюю перспективу образов, в то время как менее успешные спортсмены преимущественно используют внешнюю перспективу образов.

Полученные результаты также могут свидетельствовать о том, что менее успешные атлеты чаще применяют внешний ракурс образа во время визуализации, так как они еще не полностью освоили технические аспекты своих навыков. Следовательно, способность использовать внутреннюю перспективу образов может указывать на высокую степень развития двигательных навыков.

Глиски, Уильямс и Кихлстром (Glisky, Williams, Kihlstrom, 1996) провели исследование, в котором анализировали влияние двух факторов: типа

перспективы образов (внутренняя или внешняя) и вида задачи на эффективность образной практики. Результаты показали, что участники, предпочитающие внешнюю перспективу мысленных образов, достигли лучших результатов в двигательных и кинестетических задачах (например, при балансировке на стабилометре), тогда как те, кто использовал внутреннюю перспективу, продемонстрировали улучшения в решении когнитивной визуальной задачи (например, при оценке угла отражения).

Харди и Каллоу (Hardy, Callow, 1999) считают, что внешние визуальные образы могут оказаться более эффективными для улучшения выполнения двигательных навыков, чем внутренняя перспектива. В то же время авторы предполагают, что внутренняя перспектива визуальных образов может быть особенно важной для открытых и реактивных навыков, которые сильно зависят от восприятия (White, Hardy, 1995).

Таким образом, мультисенсорные образы играют ключевую роль в процессе визуализации и обучении двигательным навыкам, позволяя спортсменам использовать как внутреннюю, так и внешнюю перспективы для достижения оптимальных результатов. Однако для более глубокого понимания их эффективности необходимы дополнительные исследования, учитывающие индивидуальные особенности атлетов и специфику выполняемых задач.

В области прикладной спортивной психологии Р. Суинном (Suinn, 1993) была разработана техника улучшения когнитивных функций атлета «Визуально-моторная модель поведения» (англ. visuo-motor behavior rehearsal, VMBR), в основу которой легло понятие «образа». Под образом, в данном контексте, понимается хорошо контролируемая копия пережитого опыта, определенный тип мышления, в котором принимает участие все тело. Данная теория сочетает в себе техники прогрессивной релаксации и практик мысленных тренировок. Предлагаемая техника VMBR состоит из трех этапов: (1) достижение атлетом расслабленного состояния с помощью метода прогрессивного расслабления;

(2) умственная тренировка, в значительной степени соответствующая требованиям и задачам вида спорта; и (3) физическая отработка определенных навыков в условиях, имитирующих реальные (Suinn, 1982).

Согласно Р. Суинну образный процесс в спортивной практике включает интеграцию ощущений различных модальностей (зрительных, слуховых, тактильных, кинестетических и эмоциональных внешних стимулов) цель которых состоит в повторении, отработке спортивных действий. Эта концепция стала достаточно популярной техникой мысленной тренировки, используемой в спортивной практике.

На ранних этапах использования техники VMBR отчёты о её результатах и эффективности использования были эпизодическими. Однако со временем данный метод стал достаточно популярным и появился целый ряд исследований, доказывающих его эффективность в различных видах спорта (Noel, 1980; Weinberg, Seabourne, Jackson, 1981; Hall, Erffemeyer, 1983; Onestak, 1997; Lohr, Scogin, 1998). Предполагается, что техника VMBR, включающая отработку специфических навыков во время мысленной тренировки, позволяет улучшать координацию образных компонентов с физической эффективностью выполняемых спортивных действий (Behncke, 2004).

Д. Симонс (Simons, 2000) использовал технологию создания мысленных образов для отработки спортивных навыков. Мысленные образы позволяют не просто воспроизводить прошлый опыт, а также представлять и переживать явления, действия, настроения, состояния, которые отсутствуют в личном опыте.

А. Паивио (Paivio, 1985) предложена Модель использования образов в спорте (англ. Applied model of imagery use in sport, AMIUS), которая основана на функциональном анализе образов. Данная модель учитывает когнитивные и мотивационные элементы образов, которые в свою очередь могут быть реализованы на общем и специальном уровнях. Когнитивные образы связаны с такими общими аспектами, как игровая стратегия, в то время как мотивационные

образы фокусируются на целеполагании и общем эмоциональном состоянии спортсменов.

К. Мартин с коллегами (Martin et al., 1999) дополнили эту концепцию, выделив пять типов образов, применяемых в работе со спортсменами: когнитивные общие, когнитивные специальные, мотивационные общие-активирующие, мотивационные общие-регулирующие и мотивационные специальные.

Когнитивные общие (КО) образы в основном связаны с стратегиями соревнований. Когнитивные специальные (КС) образы сосредоточены на развитии или обучении навыкам. Мотивационные общие-активирующие (МО-А) образы связаны с функциональными состояниями, такими как эмоциональное возбуждение, расслабление и соревновательная тревога (Murphy, Martin, 2002). Мотивационные общие-регулирующие образы (МО-Р) направлены на эффективное копирование и овладение сложными ситуациями, например, представление уверенности, сосредоточенности и устойчивости в соревновательных спортивных ситуациях (Murphy, Martin, 2002). Мотивационные специальные (МС) – образы, которые включают в себя конкретные цели и целенаправленное поведение, например, воображение себя выигравшим событие, получение трофея и поздравление товарищей по команде и тренеров за хорошую работу.

Предложенная модель предназначена для развития и улучшения когнитивных, поведенческих и эмоциональных процессов у спортсменов. Она состоит из четырех компонентов: (1) спортивная ситуация (тренировка, соревнование, реабилитация и т.д.); (2) тип применяемых образов (например, когнитивные общие или мотивационные общие-активирующие); (3) цель использования образов (работа над стратегиями, регулирование уровня тревоги и прочее); и (4) способность к образным представлениям. Кроме того, для повышения эффективности модели рекомендуется учитывать дополнительные

параметры, такие как особенности конкретного вида спорта и уровень мастерства атлета.

Рассмотрим пример сопоставления использования мысленных образов в спортивной практике. В исследовании, посвященном особенностям применения мысленных образов у каноистов и гимнасток (White, Hardy, 1998), было установлено, что гимнастки практически не используют образы в день соревнований. Авторы исследования объясняют это высоким эмоциональным напряжением и необходимостью сосредоточиться на отработке физических упражнений. В отличие от них, каноисты активно используют мысленные образы в день соревнований для визуализации своего соревновательного маршрута. В художественной гимнастике результаты зависят от одного выступления, поэтому для спортсменок важнее отработка конкретных двигательных навыков (Веракса, Ленов, Горовая, 2011). В гребле на каноэ учитываются наиболее «чистые» попытки, и использование мысленных образов помогает спортсменам мысленно просмотреть все аспекты своего выступления, включая как отдельные технические элементы, так и общие стратегии гребли.

В ряде исследований была рассмотрена взаимосвязь между уровнем мастерства спортсменов и частотой применения различных типов мысленных образов (Callow, Hardy, 2001; Cumming et al., 2006). С. Нордин и его коллеги (Cumming et al., 2006) провели исследование среди 150 спортсменов с различным уровнем профессионализма. Результаты показали, что профессионалы чаще, чем новички, отмечали необходимость целенаправленных усилий для использования когнитивных образов. Авторы объясняют это тем, что более опытные спортсмены сознательно применяют общие когнитивные образы в своей практике, тогда как мотивационные образы используются атлетами разных уровней более спонтанно.

Некоторые авторы отмечают, что для начинающих спортсменов характерно применение общих когнитивных образов, поскольку ведущей задачей для

атлетов является освоение нового спортивного навыка. В дальнейшем профессиональном спортивном развитии ключевыми становятся образы мотивационного типа (Martin et al., 1999).

Множество работ посвящено изучению влияния эффектов когнитивно-специфических (КС) образов. Данные образы в значительной степени основаны на тренировке определенных спортивных элементов, к числу наиболее популярных относятся, например, штрафные броски в баскетболе, упражнения на бревне в гимнастике, удары в гольфе.

Робин с коллегами (Robin et. al., 2007) исследовали влияние тренировки с образными представлениями на улучшение двигательных характеристик точности ударов с отскока у квалифицированных теннисистов. Участники были распределены по трем группам на основе опросного листа двигательного представления (Movement Imagery) и физически выполнили 15 ударов. На этапе образной тренировки участники прошли 15 занятий, каждое из которых состояло из 2 серий - 15 образов и 15 реальных движений. Через сорок восемь часов после заключительной тренировки участники прошли пост-тест. Результаты показали, что образные тренировки значительно улучшили точность результатов у опытных игроков.

Некоторые исследователи полагают, что использование КО и КС образов помогает легче и эффективнее изучать игровые стратегии, а затем выполнять ментальные упражнения (Guillot, Collet, 2008). Мысленные образы должны отражать положительные аспекты действий, которые необходимо выполнить, а также предлагать альтернативы, способствующие принятию правильных решений при планировании исполнения (Martin et al., 1999). В командных видах спорта спортсмены могут улучшить понимание своей роли в команде и научиться правильно позиционировать себя во времени и пространстве относительно других участников (Guillot, Nadrowska, Collet, 2009). Игроки и тренеры имеют возможность разрабатывать игровые планы и стратегии против конкретных

соперников до начала соревнований (Martens, 2004). Мысленные образы могут быть включены в тренировочный процесс спортсмена для уточнения конкретной стратегии в рамках подготовки к соревнованиям (Guillot, Collet, 2008). Спортсмены могут применять образы для решения временных, технических или тактических задач, возникающих во время соревнований или против определенного соперника. Также было выявлено, что психологические интервенции, включающие элементы релаксации и формирование мысленных образов, помогают людям справляться с различными негативными состояниями, такими как фибромиалгия (Haanen et al., 1991), головные боли (например, Zittman et al., 1992) и различные формы хронической боли и хирургических вмешательств (например, Malone, Strube, 1988; Lambert, 1996; Mauer et al., 1999).

Мысленные образы являются одним из наиболее часто рекомендуемых методов психологической интервенции для реабилитации спортивных травм, так как они могут значительно ускорить процесс восстановления, снижая уровень тревожности и мышечного напряжения, улучшая кровообращение и способствуя увеличению силы (Сизикова, Леонов, Поликанова, 2024; Сизикова, Леонов, Поликанова, 2025; Green, 1993; Taylor, Taylor, 1997; Smith, Collins, Holmes, 2003). Спортсмены, столкнувшиеся как с хроническими, так и с острыми травмами, могут применять мысленные образы для купирования болевых ощущений в процессе реабилитации, так и во время соревнований (Леонов, 2012; Рассказова, Леонов, Ениколопова, 2018; Яворовская и др., 2022; Леонов, Якушина и др., 2025; Taylor, Wilson, 2005; Yakushina et al., 2025).

Модель PETTLEP, разработанная Холмсом и Коллинзом (Holmes, Collins, 2001), состоит из семи компонентов: физическое состояние, окружение, задача, время, обучение, эмоции и перспектива. Эти элементы основаны на нейрофизиологических и поведенческих исследованиях. Компонент «физическое состояние» касается физиологических ощущений человека во время мысленного представления, таких как увеличение частоты сердечных сокращений или

уровень напряжения/расслабления. Элемент «окружение» подразумевает использование стимулов, которые помогают воссоздать двигательную активность. Компонент «время» подчеркивает важность отражения реальной продолжительности выполнения действий в образах. «Задача» охватывает конкретные движения, которые необходимо выполнить, уровень подготовки исполнителя и перспективу образа. Компонент «обучение» связан с использованием образов для освоения новых двигательных навыков и корректировки технических аспектов. Элемент «эмоции» включает эмоционально насыщенные элементы. Компонент «перспектива» акцентирует внимание на внутренней или внешней визуализации в контексте выполнения мотоных действий.

Авторы также подчеркивают важность взаимодействия компонентов в данной модели. Холмс и Коллинс определили факторы в контексте мысленных образов, учёт которых позволяет увеличивать эффективность воздействия мысленных образов (Holmes, Collins, 2001). Тем не менее, существует несколько специфических аспектов, касающихся формирования мысленных образов, которые не учтены в модели. К ним относятся яркость образа, контроль над ним, результаты визуализации, применение кинестетических образов, использование мысленных образов для управления болевыми ощущениями и их роль в восстановительных процессах после травм.

Манро, Джакобби, Холл и Вайнберг (Munroe et. al., 2000) разработали модель применения мысленных образов спортсменами, которая помогает определить, где (where?), когда (when?), почему (why?) и какой тип образа (what?) следует использовать атлетам (модель четырех W). Авторы использовали качественный подход, основываясь на шестиэтапной модели, описывающей, как спортсмены могут интегрировать образы в свой спортивный контекст. Фактор «где» (where?) подразумевает различие между тренировочной и соревновательной средой. Фактор «когда» (when?) определяет использование образов именно во время

спортивной деятельности (в противоположность внешней обычной активности), в том числе непосредственно перед соревнованием, во время соревнования и сразу после него. Фактор «почему» (why?) связан с целями использования мысленных образов. Фактор «тип образа» (what?) связан с характером деятельности, частотой, длительностью, окружением, эффективностью и управляемостью движений. Факторы «почему» и «тип образа» охватывают множество других значимых аспектов, включая различные виды образов (слуховые, кинестетические, обонятельные), перспективу восприятия образа (внутренние или внешние визуальные образы) и использование как положительных, так и отрицательных образов. Гильо и Колле (Guillot, Collet, 2008) утверждают, что такая модель может стать полезным ориентиром для разработки эффективных методов интервенции в области формирования мысленных образов у спортсменов.

Мориц, Холл, Мартин и Вадоч (Moritz et al., 1996) выдвинули гипотезу о том, что умственные образы способны повысить работоспособность спортсменов. Это происходит благодаря тренировке общих стратегий и тактик, а также конкретных навыков и игровых ситуаций, применение позитивного внутреннего диалога. Мысленные образы могут помочь спортсменам справляться с соревновательным стрессом и эмоциональными переживаниями, а также способствовать ощущению успешной деятельности и достижению поставленных целей (Moritz et al., 1996).

Проблемы, такие как тревога и низкая самоэффективность, могут быть решены с использованием определенных видов мысленных образов, которые можно классифицировать по системе, предложенной Холлом и его соавторами (Hall et al., 1998).

Вадоч, Холл и Мориц (Vadocz, Hall, Moritz, 1997) провели исследование, в котором изучали связь между использованием образов, конкурентной тревогой и эффективностью у 57 элитных юниорских атлетов. Все участники прошли анкетирование, включающее опросник для оценки способности к созданию

двигательных образов (Movement Imagery Questionnaire, MIQ-R), опросник по спортивным образам (Sport Imagery Questionnaire, SIQ) для оценки использования образов, а также опросник для измерения состояния тревоги и уверенности в себе (Competitive State Anxiety Inventory -2, CSAI-2). На основе анализа полученных данных исследователи сделали вывод, что способность к формированию мысленных образов и мотивационные общие-активирующие (MO-A) образы являются основными показателями когнитивной тревожности. Спортсмены, которые сообщали о более частом использовании образов MO-A, также информировали о более высоком уровне когнитивной тревоги до начала тренировок. Таким образом, использование MO-A образов может быть нежелательным для спортсмена с более высоким уровнем тревожности. Спортсмен, который испытывает трудности с мотивацией или активацией, может получить большую пользу от использования таких образов MO-A. В исследовании было обнаружено, что способность к формированию образов коррелировала с тревогой соматического состояния, в то время как мотивационные специальные (MC) образы способствовали уверенности в себе. Атлеты, которые чаще тренировали воображаемые сложные ситуации и представляли их контроль, сообщали о более высоком уровне уверенности в себе. Учитывая, что образы MC и показатели уверенности в себе взаимосвязаны, предполагается целесообразным использование образов данного типа в работе с атлетами.

Гильо и соавт. (Guillot, Nadrowska, Collet, 2009) исследовали влияние моторных образов на обучение и выполнение тактических наступательных движений у 10 женщин-баскетболисток уровня национальных сборных команд. Эффективность движений участников оценивала квалифицированный тренер по баскетболу. В исследовании для анализа было использовано три атакующих стратегии игры (анализировалась как стратегия и эффективность игры в целом, так и действия каждого спортсмена). Одна из стратегий отрабатывалась как

физически, так и умственно, по два раза в неделю в течение 6 недель (проведено около тренировок с 108 моторными образами). Вторая стратегия осуществлялась только физически. Третья стратегия не отрабатывалась (анализировалась в начале исследования и в конце). Согласно оценкам, полученным от тренера, сочетание двигательных образов и физической практики значительно улучшило двигательные характеристики во время оценки тактической схемы после тестирования.

Для улучшения профессиональной эффективности спортсменам рекомендуется использовать образы непрерывно и систематически. Исследования показывают, что использование образов непосредственно перед выполнением спортивного действия, в том числе перед соревнованиями, может улучшить эффективность (Martin et al., 1999; Mamassis, Doganis, 2004; Malouff et. al., 2008). Многие спортсмены сообщают, что чаще всего они используют образы непосредственно перед выступлением. Вместе с тем, эффективность мысленных образов перед спортивными действиями/выступлениями все еще не до конца изучена и доказана. Проведены работы, которые показывают, как положительный их эффект, так и отрицательный (Gould, Damarjian, Greenleaf, 2002). Спортсмены, как правило, используют положительные образы как часть повседневной практики, ведущей к спортивным результатам (Cumming et. al., 2006).

Шорт, Бруггеман, Энгель, Марбэк, Ван, Вилладсен и Шорт (Short et. al., 2002) в целях изучения влияния вспомогательных образов на эффективность и самоэффективность атлетов провели исследование по обучению игре в гольф; испытуемыми выступили 83 студента в области физического воспитания разной направленности. Результаты исследования свидетельствуют о том, что использование вспомогательных образов непосредственно перед выполнением упражнений улучшило показатели и повысило самоэффективность атлетов при выполнении задачи.

Малоуф с коллегами (Malouff et al., 2008) оценивали влияние положительных образов до соревнований и самоинструкций на точность подачи у 115 взрослых теннисистов. Было проанализировано 3 условия: самообучение, позитивные образы и контрольная группа. Перед каждой подачей участникам было предложено представить всю подачу, включая наблюдение за попаданием мяча в целевую зону. Результаты показали эффективность как использования мысленных образов, так и самообучения. Авторы предположили, что во время практики мысленных образов перед соревнованиями спортсмены сосредотачиваются на том, как эффективно выполнить задачу, исключая отвлекающие негативные мысли, связанные с плохой работой и отрицательными последствиями. Кроме того, предполагается, что эффект снижения тревожности может наилучшим образом объяснить наибольшую разницу между экспериментальной и контрольной группами.

Различия в эффективности образной тренировки могут быть обусловлены множеством факторов, среди которых выделяются, прежде всего, индивидуальные различия атлетов, влияющие на качество и скорость исполнения моторных, когнитивных навыков (Vealey, Greenleaf, 2006). В исследовании не всегда возможно контролировать способность спортсменов к формированию образов, способов оперирования образами, учесть влияние прошлого опыта.

На способность к созданию мысленных образов влияют два ключевых фактора: (1) ясность и детальность восприятия образа спортсменами и (2) умение спортсмена изменять определенные аспекты этих образов по своему усмотрению (Vealey, Greenleaf, 2006). Эффективная образная тренировка требует организованного и систематического подхода. Исследования показали, что такая практика значительно улучшает способность к формированию образов (Evans, Jones, Mullen, 2004). Мысленные образы должны быть управляемыми, чтобы спортсмены могли эффективно оперировать ими для достижения оптимальной подготовки к выступлениям. Кроме того, яркость образа также является важным

аспектом для успешного применения образов в программе умственного обучения. Яркость может включать такие элементы, как цвет, чувства и эмоциональные или физические ощущения, возникающие при взаимодействии с образом.

Большинство исследователей оценивают способность спортсменов к образной тренировки исходя из анализа опросных методов, самоотчетов (Vadocz et al., 1997; Martin et. al., 1999; Robin et al., 2007). В исследовании Райана и Саймона (Ryan, Simons, 1982) оценивалось влияние практики использования мысленных образов на способность испытуемых балансировать на стабилометре. В работе использовался опросник по представлению двигательных образов (Movement Imagery Questionnaire, MIQ) (Hall, Pongrac 1983). Результаты исследования показали, что испытуемые, характеризующиеся высокой способностью к формированию мысленных образов, улучшили эффективность поставленной перед ними задачи больше, по сравнению с теми, у кого была плохая способность к формированию образов.

Кальмельс, Холмс, Бертумье и Зингер (Calmels et. al., 2004) исследовали влияние формирования структурированного мысленного образа на динамику самооценки яркости движений среди элитных игроков в софтбол. На начальном этапе измерения яркости образов игроков софтбола оценивали с помощью опросника яркости образов движения (Vividness of Movement Imagery, VMIQ) (Isaac, Marks, Russell, 1986) один раз в неделю во время стандартных тренировок. Участники завершили в общей сложности двадцать восемь интервенционных сессий, включающих пять этапов обучения по формированию образов. Результаты показали общее улучшение показателей яркости как внешней перспективы образов, так и внутренней (увеличение от 5,6% до 32,3%). Авторы пришли к выводу, что яркость образов можно повысить с помощью эффективной программы обучения, опираясь в значительной степени на предыдущий опыт атлетов (Calmels et al., 2004).

1.2.3. Механизмы оценки и измерения образов

Для того, чтобы исследовать образы в спортивной деятельности в первую очередь необходимо определить механизмы их измерения и оценки. В настоящее время в спортивной психологии существуют два основных направления исследования мысленных образов – это методы, направленные на оценку использования спортивных образов, а также методы, направленные на оценку способности к образным представлениям.

Методы, направленные на изучение способности к использованию мысленных образов, как правило, анализируют свойства образов, доступные для самоотчета. Здесь важно отметить, что люди обладают разной способностью представлять и формировать образы, а также управлять ими и контролировать их (Anderson, 1981; Ahsen, 1993; Hall, Martin, 1997; Hall, 1998; Munzert, Hackfort, 1999; Lequerica et. al., 2002; Dean, Morris, 2003).

Среди наиболее часто используемых для оценки спортивными психологами характеристик мысленных образов можно выделить яркость и контролируемость образного представления.

Под яркостью мысленного образа, как правило, понимают его ясность, четкость, подробность, сенсорную обогащенность, реалистичность (Moran, 1993). При этом яркость образного представления не эквивалентна точности самого образа/движения; а кроме того, она отражает перцептивно-подобное содержание и эмоциональные переживания, представленные в образе (Richardson, 1994).

Под контролируемостью обычно понимают способность легко и точно преобразовывать образы и манипулировать ими (Moran, 1993). Также контролируемость мысленных образов связывают с обновлением этих образов и способностью к их удержанию в течение определенного времени (Denis, 1985).

В литературе встречаются также и другие характеристики образов, например, сенсорные предпочтения (Richardson, 1994), точность, продолжительность (Denis, 1985), легкость формирования (Hall, Pongrac, Buckholz, 1985), возможность изменения (Munzert, Hackfort, 1999) и перспектива образа (McLean, Richardson, 1994).

Исследователи часто подчеркивают необходимость включения при формировании мысленных образов, наряду со зрительной, различных сенсорных модальностей (Bird, Cripe, 1986; Janssen, Sheikh, 1994; Vealey, Greenleaf, 2001; Weinberg, Gould, 2003). А.Ахсен сравнивает способность к мысленным представлениям с интеллектом, выделяя в ней различные компоненты и их функции (Ahsen, 1995).

Таким образом, изучение способности к формированию мысленных образов должно, в первую очередь, охватывать все сенсорные модальности (зрительную, слуховую, кинестетическую, тактильную, обонятельную и вкусовую). Во-вторых, применительно к спорту основной акцент должен уделяться зрительной и кинестетической модальностям.

Кроме того, в данном вопросе важным аспектом спортивной деятельности являются эмоциональные переживания, поскольку они сопутствуют спортивным выступлениям, а соответственно и формирование мысленных образов не может в должной мере осуществляться без них (Vealey, Walter,1993; Vealey, Greenleaf, 1998).

В 1981 году Р.Тауэром была предложена классификация методов оценки образов, используемых в психологии: (а) методики самоотчета (опросники, интервью и другие феноменологические методы); (б) проективные методики; (в) поведенческие; и (г) физиологические методы. В спортивной психологии среди наиболее часто используемых методов оценки образов можно выделить две основные группы – объективные и субъективные методы оценки. Также, в

качестве отдельной категории, выделяются качественные методы оценки образов.

Объективные методы оценки мысленных образов направлены на анализ способностей к образным представлениям на основе перцептивных, когнитивных и пространственных компонентов действий человека, а также навыков, демонстрируемых им, при выполнении специальных задач, в том числе контроля и пространственного преобразования. К примеру, это могут быть тесты, в которых требуется мысленно выполнять пространственные манипуляции с объектом (например, поворот в уме геометрической фигуры и выбор правильного ответа из предложенных альтернатив) (Dean, Morris, 2003).

Намного более распространенными в спортивной психологии являются субъективные методы оценки образов, к которым относятся методики самоотчета (опросники и анкеты). Базовым предположением считается, что в способности к образным представлениям более существенную роль играет субъективный опыт использования человеком мысленных образов. Среди субъективных методик различаются те, которые направлены на анализ специфических характеристик возникающих образов, например, четкости образа, и методик, направленных на формирование конкретных образов.

Большинство субъективных методик используют только зрительную модальность, реже – зрительную и кинестетическую; совсем небольшое измерительных техник направлены на анализ различных модальностей.

Вместе с тем, критика использования субъективных методов для оценки мысленных образов также очевидна, как и в любых других исследованиях. Во-первых, это связано с отсутствием четких критериев (например, нет четкого различения, где образ четкий или яркий, а где уже не четкий и не яркий) (Morris, Hapson, 1983). Во-вторых, невозможно в должной мере проконтролировать влияние на формирование образа побочных переменных, в частности, социальной желательности и др. Также формирование образов напрямую зависит

от субъективного опыта человека, а также его когнитивных способностей – памяти, внимания и др.

Качественные методы имеют некоторые преимущества, по сравнению с субъективными методиками, в частности, нарративные методы, или методы вербализации, привлекают самих испытуемых к процессу измерения. Кроме того, такие методики позволяют исследовать недавние воспоминания атлетов, что, в свою очередь, является более валидным, чем анализировать с помощью опросников ситуации и события, редко происходящие со спортсменами (Sheehan, Ashton, White, 1983). Однако такие методы также не является универсальными, поскольку испытуемые далеко не всегда могут с легкостью восстановить в памяти конкретный образ (Anderson, 1981).

1.2.4. Теоретические концепции объяснения эффективности мысленных тренировок в спорте

В настоящее время существуют различные теоретические концепции, объясняющие эффективность и целесообразность использования мысленных тренировок, в частности, одной из основных является психонейромышечная теория, также выделяется целая группа когнитивных теорий, включающих теорию символического обучения, теорию двойного кодирования, пропозициональную теорию, биоинформационную когнитивную теорию; а кроме, некоторые ученые выделяют теории инсайта.

Психонейромышечная теория основана на идеомоторном принципе, в соответствии с которым во время мысленного представления движения возникает мышечная активность, идентичная по локализации реальному движению, но гораздо меньшая по величине. Нейромышечная модель предполагает возникновение мышечной активности во время мысленного представления действия/движения, которая меньше по величине, но идентичная

по характеру возбуждения и локализации. Наличие такой связи позволяет не только повторять движение (проводить образную репетицию), но в том числе и регулировать выполнение движений, к примеру, представлять его успешное выполнение, или же акцентировать внимание на конкретных компонентах, что в дальнейшем облегчает активацию движений и получение обратной связи (зрительной или кинестетической) об эффективности его выполнения.

Правомерность психонейромышечной теории подтверждается целым рядом исследований, в том числе с использованием метода электромиографии, или ЭМГ, который позволяет регистрировать электрическую активацию скелетных мышц во время мысленного представления. Так, например, в работе Т. Венера, С. Фогта и М. Стадлера (Wehner, Vogt, Stadler, 1984) по исследованию ЭМГ во время реальной и мысленной тренировок (а также в контрольной группе), показано, что ЭМГ испытуемых при мысленной тренировке идентично по временным и частотным характеристикам с ЭМГ реально тренирующейся группы. С контрольной группой сходных паттернов не обнаружено.

Метод ЭМГ является недостаточно точным и с его помощью сложно показать эффективность мысленной тренировки в спорте (Hale, 1994). Однако в настоящее время благодаря развитию современных технологий появляются новые возможности для исследования данного явления, к примеру, метод электроэнцефалограммы (ЭЭГ), метод регистрации движений глаз (айтрекинг), виртуальная реальность, функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и др.

Важно отметить, что многочисленные нейровизуализационные исследования (Roland et.al., 1980; Decety et.al., 1994; Stippich, Ochmann, Sartor, 2002; Hanakawa et.al., 2008; Guillot et.al., 2009; Munzert, Lorey, Zentraf, 2009; Miller et.al., 2010; Piras, 2010; Sharma, Baron, 2013) показывают эквивалентность мозговой активности при реальном и мысленном выполнении движений. Кроме того, клинические данные показывают данные о том, что перцептивные (Bisiach,

Luzzatti, 1978; Farah et.al., 1992) и двигательные (Dominey et.al., 1995; Sirigu et.al., 1995; Tomasino et.al., 2005) расстройства центрального генеза аналогичным образом проявляются в отношении как реальной, так и воображаемой деятельности.

Таким образом, в настоящее время собрано достаточное количество данных, доказывающих состоятельность и важность теории функциональной эквивалентности мысленных и реальных движений.

Другой теоретической моделью, объясняющей эффективность мысленных тренировок, является теория символического обучения, предложенная Р. Сакеттом (Sackett, 1934). Эта теория относится к когнитивным теориям и предполагает, что двигательный образ (образ движения) закодирован в ЦНС в символическом виде (Janssen, Sheik, 1994). Считается, что образы функционируют как система когнитивного кодирования, предоставляя спортсменам ментальную ориентировку для выполнения определенных движений (Martin, Moritz, Hall, 1999). Таким образом, их эффективность заключается в том, что они помогают спортсменам лучше освоить движения и обеспечивают автоматизм через когнитивные процессы. Кроме того, мысленные тренировки фокусируют внимание спортсменов на ключевых аспектах движений, что позволяет им более тщательно отрабатывать технику.

Среди исследований, обосновывающих концепцию символического обучения, можно привести следующее. Кол с коллегами (Kohl, Roenker, 1983) провели исследование билатерального переноса при мысленной тренировке. Билатеральный перенос возникает тогда, когда тренировка одной конечности приводит к увеличению скорости обучения той же самой задаче с использованием другой конечности. Авторы показали наличие билатерального переноса с использованием мысленной тренировки.

С. Вайсберг и М. Раджсдейл (Weisberg, Ragsdale, 1979) продемонстрировали положительное влияние использования спортсменами разного уровня

мысленных тренировок, в том числе увеличение положительного эффекта, даже при уменьшении количества физических тренировок. С. Зиглер (Ziegler, 1987) показал, что менее опытные баскетболисты демонстрировали более значительное повышение результатов выполнения штрафных бросков при использовании мысленной тренировки.

Предполагается, что во время умственной тренировки активируются те же нейромоторные пути, которые участвуют в физическом выполнении определенного моторного задания (Martin et al., 1999; Kosslyn, Ganis, Thompson, 2001). Программы в моторной коре, которые отвечают за движение, усиливаются в результате активации нервных путей во время мысленной тренировки. Таким образом, мысленные тренировки способствуют обучению моторным навыкам за счёт улучшения и автоматизации моторных программ, необходимых для запуска двигательной задачи (MacKay, 1981). Кроме того, мысленные тренировки вызывают периферическую активацию, которые также способствуют закреплению двигательных программ.

С развитием технологий появилось много возможностей проверить различные теории эффективности мысленных тренировок более объективно, в частности, с помощью методов нейровизуализации (Halgren et. al., 1999).

Различными нейровизуализационными исследованиями было действительно показано, что ментальные образы включают в себя сходные нейронные механизмы, которые участвуют в процессах памяти, эмоциях и двигательном контроле. Первичная моторная кора, или первичная двигательная кора (*англ.* primary motor cortex), является частью лобной доли. В сочетании с премоторной корой она участвует в планировании и выполнении движений. Целым рядом исследователей показано, что участки коры, которые активируются при управлении движениями, также активируются при мысленных тренировках и моторных образах (Kosslyn et. al., 1995; Klein et. al., 2000).

Нейровизуализационные исследования показывают, что премоторная кора человека активируется, когда люди наблюдают за действиями других людей. Такие нейроны премоторной коры, которые активируются как при реальном выполнении движения, так и при наблюдении за этим движением, выполняемым другим человеком, были открыты Джакомо Ризолатти и названы «зеркальными нейронами» (Rizzolatti, Fogassi, Gallese, 2001). Существуют предположения, что такие нейроны могут быть вовлечены в моторные образы и мысленные тренировки.

Также показано, что умственное представление движений ассоциировано с увеличением регионального кровотока в мозге, в том числе в структурах, участвующих в выполнении реального движения (Kosslyn et. al., 2001). Некоторые ученые сходятся во мнении, что даже одной лишь умственной тренировки может быть достаточно для активации нейронных путей и механизмов, участвующих в ранних стадиях обучения новым двигательным навыкам (Feltz, Landers, 1983; Martin et al., 1999).

С другой стороны, можно предположить, что более опытные спортсмены находят использование мысленных тренировок более эффективным, поскольку обладают прочным и точным образом правильного выполнения движения (Blair, Hall, 1993).

Б. Хейл (Hale, 1994) предлагает объяснение, согласно которому спортсмены, в практике которых значительный акцент был сделан на когнитивные элементы и компоненты, с большей долей вероятности будут доказывать состоятельность теории символического обучения. Кроме того, в ряде работ показано эффективность использования образов для выполнения опытными испытуемыми хорошо закрепленных двигательных моделей, что тяжело объяснить с помощью теории символического обучения (Hecker, Kaczor, 1988).

Еще одной когнитивной теорией, объясняющей эффективность мысленных тренировок, является теория двойного кодирования, предложенная А. Паивио

(Paivio, 1985). Согласно этой теории, у человека сохраняется информация как в зрительной, так и в вербальной формах относительно объектов или ситуаций. Способ извлечения информации зависит от того, в каком виде она представлена: например, атлет может увидеть мяч или услышать слово «мяч». Обучение двигательным навыкам происходит как через визуальные образы, так и через вербальные инструкции. При этом Паивио подчеркивает, что обе системы памяти функционируют независимо, что означает возможность забыть некоторые элементы образа в одной системе, но помнить их в другой. Таким образом, спортсмен может запоминать программу выступления как в виде визуальных образов, так и в виде последовательности слов.

Биоинформационная когнитивная теория предполагает, что образы следует рассматривать как результаты обработки информации (Lang, 1977). Лэнг утверждает, что каждый образ содержит конечное количество информации, которую можно разделить на конкретные функциональные единицы. Использование образов связано с сетью репрезентативной информации, которая кодируется и сохраняется в долговременной памяти (Hecker, Kaczor, 1988). Информация, представленная в мысленном образе, может быть разделена на две категории: первая касается характеристик стимула, представленного в воображении (пропозиции стимула), а вторая относится к физиологическим реакциям, возникающим во время воображаемого сценария (пропозиции реакции) (Lang, 1977). Процесс оценки критической информации происходит, когда у спортсмена накапливается достаточный опыт выполнения конкретного движения. Например, при мысленном представлении броска у баскетболиста может быть выделена информация о стимуле – текстура мяча, ощущение мяча, сетка обода и др., а также информация о реакциях на стимул - мышечные изменения и сокращения пальцев, рук и плеч, а также возможные изменения сердечно-сосудистых и дыхательных реакций.

А. Асен (Ahsen, 1984) предложил модель тройного кода, которая расширяет

биоинформационную теорию, выделяя три аспекта образа, которые необходимы для программы формирования и обработки образных представлений: сам образ; соматический ответ и значение образа (Ahsen, 1984). Соматическое звено данной модели предполагает, что во время представления в организме человека происходят психофизиологические изменения, аналогичные при реальном движении. Каждый образ имеет для человека индивидуальный смысл или значение, поэтому даже одинаковый набор инструкций никогда не будет одинаково восприниматься и производить одинаковый эффект у двух разных людей (Ahsen, 1984; Weinberg, Gould, 2003).

Важно отметить, что инструкция, предъявляемая атлету перед началом выполнения мысленного действия, имеет принципиальное значение. Так, инструкции «представить движение» или «прочувствовать движение» вызывают разные реакции спортсмена.

В соответствии с данной теорией более опытные спортсмены по сравнению с новичками будут характеризоваться более эффективными пропозициями реакций, поскольку у них накоплен достаточный объём информации об успешном выполнении движения и соответствующих ощущениях, чувствах, реакциях.

Несмотря на относительную состоятельность биоинформационной теории, всё равно существуют проблемы с её практическим использованием в спорте. Основной акцент в данной теории сделан на изучении того, как пропозиции стимулов и пропозиции реакций влияют на мышечную активность. Однако при этом данная теория не объясняет возникновение эмоциональных или моторных реакций у атлетов.

Основываясь на принципах гештальт-психологии, Д. Груис (Grouios, 1992) и Б. Хейл (Hale, 1994) предложили теорию инсайта в отношении использования мысленных образов в спортивной практике. Согласно данному подходу человек способен взглянуть на проблему с совершенно другой стороны и изобрести

новый способ её решения, которое не будет простым повторением или перекомбинацией старых решений. Главный фактор отличия инсайта от других форм научения это моментальность и внезапность принятия решения, в отличие от поэтапного и планомерного решения задач.

Данную теорию поддерживал Дж. Лоутер (Lawther, 1968), полагая, что спортсмен должен видеть ситуацию целиком (представлять её гештальт). Мысленная тренировка в таком случае может помочь направить внимание атлета не на отдельные элементы двигательного навыка, а на движение/действие целиком. Инсайт позволяет организовать и выстроить восприятие ситуации или действия по-новому. Данный подход также помогает объяснить положительный эффект предыдущего опыта на эффективность мысленной тренировки. Кроме того, в соответствии с данной теорией отсутствует прямая связь между количеством опыта/практики и успешностью, результативностью, но с другой стороны, недостаточное количество опыта не может привести к инсайту.

Среди концепций, объясняющих эффективность образов и мысленных тренировок в спорте, необходимо выделить – теорию самоэффективности (Bandura, 1977), согласно которой на эффективность деятельности может влиять уверенность в себе. Под самоэффективностью в данной теории понимается вера человека в свою способность выполнить конкретную задачу. В соответствии с данной теорией позитивные образы успешного выполнения спортивного действия будут способствовать повышению ожидания спортсменом высоких результатов, что в свою очередь будет приводить к улучшению результативности при реальном выполнении спортивных действий.

П. Каллери и Т. Моррис (Callery, Morris, 1997) исследовали связь между самоэффективностью, мысленными образами и результативностью спортивной деятельности на профессиональных футболистах, и показали положительное влияние мысленных тренировок на самоэффективность, а также спортивные результаты.

В процессе представления двигательного действия имеет место его когнитивный анализ: осмысление двигательной задачи и движения как способа её решения, первичное знакомство с его составом, выделение последовательных этапов в его выполнении и проработка в символическом виде. Образ движения одновременно существует и как его внутренний образец – мысленный эталон выполняемого действия, - и как средство активного поиска такого эталонного варианта, инструмент его познания, возможность моделирования своих действий с тем, чтобы предугадать их результат.

С другой стороны, появляется все больше данных о мысленном образе как о непосредственной основе движения. М. Джиннерод (Jeannerod, 1993), в частности отмечает, что мысленный образ несет в себе столько же информации как и моторная репрезентация, обеспечивающая его реальное выполнение (за исключением непосредственно самого действия), в том числе временные рамки реализации, пространственную структуру, силовые затраты на его исполнение, кинематические характеристики и др. Существуют исследования, демонстрирующие идентичные процессы в активации вегетативной нервной системы во время мысленных тренировок или воображаемых действий (Брушлинский, 1996; Вайнштейн, Поликарпов, Фурманов, 2005; Decety, 1991; Decety et. al., 1993; Gandevia et.al., 1993; Collet, Guillot, 2010). В ряде экспериментов (Decety, 1989; Parsons, 1994; Bakker, Boschker, Chung, 1996; Papaxanthis et.al., 2002; Stevens, 2005) показана также и временная эквивалентность мысленного и реального двигательного действия. По мере увеличения субъективной сложности воображаемого действия, также как и при реальном действии, происходит увеличение его продолжительности (Decety, Michel, 1989; Decety et. al., 1991; Decety, Jeannerod, 1996; Maruff et.al., 1999; Cerritelli et. al., 2000; Papaxanthis et.al., 2002).

С учетом изложенного, можно сделать следующие выводы. В первую очередь необходимо сказать, что мысленный образ является сложным явлением,

который, с одной стороны, обладает определенными общими характеристиками, а с другой стороны, зависит от множества дополнительных факторов.

Существует множество терминов, связанных с образными процессами в спорте, таких как образная репрезентация, мысленные образы, образные представления, моторные репрезентации и др. Мысленный образ отражает представления отсутствующих объектов и ситуаций в любой сенсорной модальности. Эти образы контролируются сознанием и представляют собой особый тип мышления, включающего все тело. Они позволяют не только воспроизводить прошлый опыт, но и представлять действия и состояния, которые отсутствуют в личном опыте.

В спортивной практике образный процесс (использование мысленных образов) включает интеграцию ощущений различных модальностей (зрительных, слуховых, тактильных, кинестетических и эмоциональных внешних стимулов) цель которых состоит в повторении, отработке спортивных действий.

В спортивной психологии помимо мысленных образов, часто выделяют моторные репрезентации, которые не тождественны между собой. Мысленные образы могут быть осознаны, в отличие от моторных репрезентаций. Мысленные образы являются базисом ориентировочной основы действий. Тогда как моторные репрезентации неосознаваемы, они содержат информацию о временных параметрах действия, силовых затратах его исполнения, механо-кинематическом составе действия, пространственной конфигурации и требуемом итоговом результате.

В спортивной практике широко используются мысленные тренировки, основанные на использовании мысленных образов (мысленных представлений). В настоящее время в спортивной психологии существуют два основных направления исследования мысленных образов – это методы, направленные на оценку использования спортивных образов, а также методы, направленные на оценку способности к образным представлениям.

На формирование мысленных образов влияют два фактора: четкость и детализация образа, а также способность манипулировать его аспектами. Характер использования образов зависит от вида спорта: спортсмены индивидуальных видов чаще применяют мотивационные образы, тогда как атлеты командных видов – когнитивные, особенно при выполнении сложнокоординационных движений.

Уровень мастерства атлета существенно влияет на использование мысленных образов: менее опытные спортсмены чаще применяют когнитивные образы, тогда как более квалифицированные – мотивационные. Это связано с тем, что начинающие только осваивают двигательные навыки, и акцент смещается на мотивацию после их освоения.

Использование мысленных образов также зависит от спортивной ситуации (тренировка, соревнование, реабилитация) и целей (проработка стратегий, регуляция тревоги). Способность представлять образы варьируется у разных людей.

Таким образом, характер использования мысленных образов определяется комплексом факторов, которые необходимо учитывать при разработке экспериментального плана. Эффективность этих образов в спорте подтверждена исследованиями: они повышают уверенность, снижают тревогу и помогают регулировать уровень возбуждения. Положительные образы эффективнее для выполнения навыков, но негативные могут подготовить к худшим сценариям.

Вместе с тем, до сих пор нет однозначного объяснения высокой эффективности мысленного представления движений. Исследователи в основном опираются на психонейромышечную теорию, согласно которой во время мысленного представления движения активируются те же нервные центры, что и при реальном движении, хотя и с меньшей силой. Это приводит к улучшению формирования и отработки двигательных навыков. Структурированное создание мысленных образов может эффективно применяться в спортивной практике для

отработки различных навыков и ситуаций.

Анализ особенностей мысленных образов показывает, что существующие данные разрозненные и не отражают в полном объеме сложность, комплексность, динамичность, симультантность спортивной профессиональной деятельности. Это требует разработки интегрального системного концепта, учитывающего специфику перцептивных, проприоцептивных, когнитивных и кинестетических элементов - когнитивно-моторных компонентов операционально-смысловой структуры спортивной деятельности, включая их систематизацию на основе ключевых характеристик профессиональной деятельности.

1.3. Ментальные репрезентации моторных действий. Свойства и формирование

В контексте решения проблемы моторного обучения исследователи пытались найти ответы о механизмах, лежащих в основе контроля движения и особенностях его освоения. Хотя существует множество теорий и концепций относительно формирования моторного обучения, вопрос о специфических механизмах обучения двигательным навыкам остается открытым (Hodges, Williams, 2012; Magill, 2011; Schmidt, Lee, 2011).

Человеку приходится выполнять сложные моторные действия в разных условиях, постоянно адаптируя технику исполнения к актуальным задачам (например, гольфист наносит удар клюшкой, учитывая множество факторов и параметров, таких как скорость ветра, особенность газона и ландшафта, расстояние до лунки и пр.) (Поликанова, Леонов, 2023). Требуется синхронизация множества систем и координированные действия когнитивно-моторных процессов. Фактически спортсмена можно представить в качестве субъекта, находящегося в координатах человек-среда-задача.

За счёт повторения действия становятся более точными, именно в контексте выделенных координат (человек-среда-задача) (Nitsch, 2004; Seiler, 2010). Как показано в работах Вераксы А.Н. (2010, 2011), изменения условий выполнения действий, например, удара по мячу в футболе, гольфе, для несформированного навыка часто приводит в невозможности корректного моторного действия.

Соответственно целью моторного научения является развитие и адаптация моторной (двигательной) системы действий человека к разным условиям и задачам.

Важным критерием успешности моторного обучения является его осознанность и осмысленность, так как это позволяет человеку улучшать и расширять свои возможности (refine and widen) в контексте выполнения действия в конкретной ситуации в более искусной и адаптивной форме (Meinel, Schnabel, 2007; Schmidt, Wrisberg, 2008; Magill, 2011; Schmidt, Lee, 2025).

Если на начальных этапах двигательного обучения человек должен решить незнакомую моторную задачу – когнитивная фаза, то по мере овладения двигательным навыком моторное действие становится автономным и реализуется на основе уже прошлого опыта - ассоциативная или автономная стадия (Fitts, Posner, 1967).

Выделяют два главных подхода к базовым механизмам моторного обучения: центральный (когнитивный) и периферический (экологический), также известными как моторный подход и двигательный подход к моторному контролю и обучению.

Главная идея центрального или когнитивного подхода состоит в том, что движения человека внутренне представлены (репрезентированы). Поступающая моторная информация обрабатывается и накапливается в определенном репрезентационном формате как результат опыта двигательного исполнения и, в свою очередь, влияет на последующие движения.

В то время как успешные моторные навыки определяются хорошо развитыми репрезентациями (моторными программами, схемами) моторное обучение, согласно центральному подходу, представляет собой последовательность постоянно уточняющихся репрезентаций, приводящих в итоге к наиболее оптимальному варианту моторного исполнения.

К данному подходу относятся концепции теория схем дискретного моторного обучения, согласно которой схемы моторного действия определяются абстрактными правилами (они получили название генерализованных), которые хранятся в памяти и руководят моторными действиями. Впоследствии эта идея получила развития в концепте Шмидта (1975) обобщенных моторных программ, в которых важным аспектом является удержание информации об определенном классе моторных действий, что позволяет получить общую репрезентацию класса вариаций моторного действия. Класс моторных действий имеет ряд инвариантных характеристик (относительную силу и тайминг), в то время как установленные параметры (абсолютная сила и время) служат средством scale (масштабирования) моторного действия. Таким образом, моторное обучение связывается с развитием абстрактных правил и схем, что в свою очередь приводит к более стабильному исполнению моторного действия.

1.3.1. Периферическая перспектива на моторное обучение

Периферический или экологический подход подразумевает, что моторный контроль и обучения находятся в реципрокных отношениях между человеком и средой. Основу данной точки зрения составляет концепция Дж.Гибсона, согласно которой подразумевается прямые непосредственные отношения между восприятием и действием (Frank, 2014.).

Центральной идеей в этом подходе является положение об инвариантах и возможностях. Инварианты - это характеристики высшего порядка, которые

доступны постоянно несмотря на любые преобразования, связанные с человеком и окружающей средой в данной конкретной ситуации (например, для игры в гольф: зеленый цвет, лунка, клюшка). Возможности - отражают специфику каждой конкретной ситуации и руководят моторным действием. Они могут быть объективными и субъективными (способность гольфиста определить оптимальную стратегию удара).

С точки зрения данного подхода взаимодействие исполнителя и среды развиваются вместе практикой. По мере накопления опыта человек уже может переключаться на инварианты более высокого порядка.

Моторное обучение отражает рост и совершенствование перцептивно-двигательного взаимодействия, что ведёт уже к управлению, например, моторным действием.

Из данных положений сформировался динамичный системно-смысловой подход к моторному действию (Глейзер 2003; Девидс 2008; и др). Опираясь на математические и физические основания подход направлен на определение формальных дискрипций (правил), с помощью которых можно описать поведение комплекса динамических систем в пространстве и времени. Основная идея состоит в том, что динамика систем и субсистем, ведет процесс самоорганизации к порядку. Моторное действие появляется из взаимодействия и координации между собой различных субсистем человека (перцептивной, скелетно-мышечной) и определяется как результат самоорганизующихся процессов. Важное значение в данном подходе представляют аттракторы, которые регулируют различные компоненты системы для достижения стабильной координации паттернов (Beek, Schmidt, Morris, Sim, Turvey, 1995). Они могут как появляться, так и исчезать в зависимости от изменений человека или среды, определяются рядом факторов в зависимости от ограничений, обусловленных задачей. Выделяется три класса таких ограничений: физические (например, рост спортсмена-гольфиста), средовые факторы (качество газона),

непосредственно задача, стоящая перед атлетом (размер лунки в ситуации игры в гольф).

Для эффективного моторного обучения, с точки зрения динамической системной теории, важно создание перцептивно-моторного рабочего пространства, в котором будет совершенствоваться координирование двигательных паттернов.

1.3.2. Перцептивно-когнитивный подход в моторном обучении

В основе перцептивно-когнитивного подхода лежит идея о двусторонней связи между моторным действием (движением) и его последствием (идеомоторная теория: Herbart, 1825; James, 1890; Koch, Keller, Prinz, 2004; Shin, Proctor, Capaldi, 2010). Перцептивно-когнитивный подход подчеркивает роль последствий действия (результатов), которые играют во время выбора, планирования и исполнения действия. Основная идея заключается в том, что моторные действия управляются репрезентациями, содержащими информацию о результатах двигательных действий. В этом смысле действия в первую очередь управляются когнитивными представлениями о результате (Veraksa, Leonov, 2009).

Благодаря моторным действиям происходят изменения в окружении (перцептивные эффекты, результат действий), данная информация, в свою очередь, обеспечивает последующий контроль будущих моторных действий. Таким образом, перцептивно-когнитивные подходы к моторным действиям подразумевают функциональную взаимосвязь между непосредственно моторным действием и соответствующими когнитивно представленными перцептивными результатами (Mechsner, 2004; Nattkemper, Ziessler, 2004).

В результате моторного акта формируется репрезентация, которая в дальнейшем определяет действие человека. Во время практических упражнений

спортсмен формирует более детализированные репрезентации, которые позволяют ему более эффективно управлять и контролировать свои движения.

Можно отметить, что периферический или экологический подходы недооценивают роль человека по сравнению с окружающей средой, в то время как центральные или когнитивные подходы недостаточное внимание уделяют значимости окружающей обстановки в выполнении моторных действий. Перцептивно-когнитивные подходы учитывают оба этих фактора.

1.3.3. Умственная тренировка и моторное обучение

Традиционно моторное обучение происходит путем физических упражнений, операционализированных в изменениях моторного исполнения (поведенческие изменения).

Поскольку непосредственно обучение физически не наблюдаемо исследователи пришли к выводам, что изменения в моторном исполнении могут служить валидным индикатором моторного обучения (Schmidt, Lee, 2011). Соответственно, изменения моторного исполнения и его сохранности во времени в процессе формирования навыка, экстраполированности (трансферности) на другие задачи, позволили сделать вывод о существовании моторного научения.

Важно отметить, что лежащие в основе обучения ментальные репрезентации (когнитивные изменения) развиваются вместе с моторным исполнением. Главным аспектом является тот факт, что разнообразие практических упражнений ведет к более развитым репрезентациям по сравнению с узконаправленными упражнениями.

В ряде работ были показаны адаптации мозговых структур (изменения на нейронном уровне) в результате моторного научения (Wadden, Borich, Boyd, 2012), при этом указанные изменения были как структурными, так и функциональными.

Однако результат спортсмена не всегда обусловлен уровнем его исполнительского мастерства (влияет множество факторов, в том числе и мотивационных). Изменения в исполнении спортивных навыков не обязательно отражают научение (и соответственно умственные репрезентации). В диссертационном исследовании Корнелии Франк (Frank, 2014) отмечается, что спортсмен может определенным образом выполнить элементы на соревнованиях, но, делать вывод об особенностях уровня ментальных репрезентаций атлета не представляется возможным, поскольку на выступлении спортсмена может отразиться несколько параметров, например, в бальных танцах, автогонках, конькобежном спорте при выступлении большого количества участников выбор позиции на площадке (трассе) может играть определяющую роль в успехе на соревнованиях.

При этом бывают и обратные ситуации - когда видимые изменения движений могут не наблюдаться, но при этом нельзя однозначно утверждать, что отсутствуют трансформации в репрезентациях.

Нейронные изменения также не обязательно позволяют сделать вывод о когнитивной адаптации в контексте моторной системы. Например, в случае нейронных изменений, связанных с моторным научением в результате ментальной или физической практики, нельзя сделать вывод о специфики нейронов, относящихся именно к когнитивно-репрезентационному уровню.

В научном дискурсе развивается идея об изоморфности моторного научения и нейронных изменений (моторное научение приводит к изменению нейронных связей и впоследствии к новым ментальным реперезентациям). Но есть ограничения у данного положения, они обусловлены факторами, представленными выше.

Важным вопросом является сравнение ментальных репрезентаций у опытных атлетов и новичков. Allard и Burnett (1985) обнаружили, что баскетбольные эксперты классифицируют спортивные ситуации исходя из функциональных принципов, в то время как новички – только по поверхностным

(внешним) параметрам. При предъявлении различных спортивных эпизодов опытные игроки при их описании оперировали четкими значимыми категориями оборонительных или атакующих действий. Новички же выделяли очевидные характеристики представляемых ситуаций (количество игроков, индивидуальные или командные действия).

Согласно результатам изучения структуры ментальной репрезентации сложных действий, можно сделать выводы:

1. Ментальные репрезентации опытных спортсменов характеризуются четкой структурой, отражающей основные концепты действия.

2. Структура ментальной репрезентации опытных спортсменов функциональна – в том смысле, что она соответствует биомеханическим и функциональным требованиям ситуации.

3. Ментальные репрезентационные структуры схожи у опытных спортсменов.

Напротив, ментальные репрезентации неквалифицированных атлетов значительно отличаются и не имеют четкой функциональной структуры. Хорошо развитые ментальные репрезентации способствуют контролю системы моторных действий.

1.3.4. Формирование репрезентаций

Кёрндл с коллегами (1983) были среди первых, кто показали, что когнитивные единицы развиваются вместе с моторным научением и иерархически интегрированы в этот процесс. Например, было проведено исследование, которое показало, что быстро обучающиеся велосипедисты отличаются от медленно обучающихся как в непосредственном педалировании, так и в репрезентации этого процесса (оценивалось путем интервьюирования и ранжирования признаков). Так, быстро обучающиеся атлеты характеризовали непосредственное исполнение движения в четких дефинициях (держать ровно

корпус тела – верхнюю часть тела, поместить целую ступню на педаль), в то время как медленно обучающиеся спортсмены формулировали только общие положения (держать баланс, быстро крутить педали).

В исследовании атлетов академической гребли (Lippens, 1992) показаны различия между быстро и медленно обучающимися спортсменами в аспекте идентифицировании релевантного виду спорта знания (особенности плеска воды при погружении весла в воду и т.д.). Медленно обучающиеся спортсмены тратили больше времени на поиск необходимой информации, использовали больше терминов и определений при своих описаниях, таким образом терялись в деталях более часто. Исходя из этого, авторы сделали вывод об иерархической структуре, встроенной в обучение.

В когнитивном подходе к архитектуре действия (Schack, 2002, 2004, 2010) ключевую роль играет концепция иерархической структуры моторного действия. Согласно этому перцептивно-когнитивному подходу, моторные действия организованы в виде уровней, где две основные системы — ментальная и сенсомоторная — способствуют формированию моторного действия. Каждая из этих систем включает два уровня организации. В частности, в ментальной системе, начиная с более высокого уровня, выделяются уровень ментального контроля (IV уровень) и уровень ментальной репрезентации (III уровень). В сенсомоторной системе представлены уровень сенсомоторной репрезентации (II уровень) и уровень сенсомоторного контроля (I уровень). Таким образом, система двигательных действий функционирует на четырех различных уровнях: два из них отвечают за регуляцию (уровень ментального контроля и уровень сенсомоторного контроля), а два других — за представление (уровень ментальной репрезентации и уровень сенсомоторной репрезентации).

Сенсомоторная система, представляющая собой «нижний» уровень обеих систем в иерархии, отвечает за непосредственное преобразование намерений в действия, то есть превращение намерения в фактическое движение. В то время как ментальная система, находящаяся на «верхнем» уровне иерархии,

осуществляет опосредованное преобразование, которое включает в себя преобразование намерения двигаться с учетом планов, стратегий и других факторов. При выполнении моторного действия все четыре уровня системы активно участвуют, каждый из них внося свой уникальный вклад.

По мнению Schack (2002, 2010), уровень ментального контроля в первую очередь касается произвольного контроля действий. На этом уровне ставится цель действия, а предполагаемый эффект действия кодируется с помощью символов и стратегий. Уровень ментальной репрезентации служит когнитивной опорной системой для последующего управления действиями, опосредованного основными концепциями действий.

Можно привести в пример ситуацию игры в гольф. Цель спортсмена – попасть в лунку, это определяется игроком на уровне ментального контроля. Кроме того, вырабатывается стратегия, как эта цель будет достигнута (например, паузы, специфика газона и многие другие факторы учитываются в процессе установления целевой линии для конкретного удара). Ментальное представление удара игроками в гольф служит для того, чтобы перевести цель действия в модель движения удара, которое должно быть выполнено для того, чтобы удар был успешным.

Характерная для конкретного режима работы информация об ударе (например, ощущение давления при замахе или звук удара при ударе клюшки о мяч) доступна на уровне сенсомоторного представления. Сенсомоторный контроль во время самого удара обеспечивается затем путем сравнения фактических действий (например, фактическая скорость нисходящего движения) с ожидаемым результатом (например, предполагаемая скорость нисходящего движения), а также путем соответствующей коррекции движения удара (напр., уменьшение ускорения клюшки во время нисходящего движения).

Как описано выше, реализация движения требует участия непосредственно каждого уровня и их взаимодействия. Точно так же каждый уровень выполняет свои функции.

Выводы по главе I

Спортивную деятельность следует рассматривать как целостную систему, поскольку она состоит из разнообразных элементов, которые взаимосвязаны таким образом, что только в совокупности они позволяют решать задачи и осуществлять действия (Талызина, 1998). Избирательность и направленность этой деятельности определяются различными ценностями, целями, установками, потребностями, эмоциями и прошлым опытом человека (Асмолов, 2012).

Мысленный образ является весьма сложным явлением, который, с одной стороны, обладает определенными общими характеристиками, а с другой стороны, зависит от множества дополнительных факторов.

Эффективность использования мысленных образов в спортивной деятельности доказана многочисленными исследованиями, в том числе на основе использования современных технологий и методов. В частности, образы могут повысить уверенность в себе в различных задачах, эффективны в снижении соревновательной тревоги; позволяют спортсменам регулировать уровень возбуждения; эффективны во время тренировочного процесса, а также реабилитации.

Профессиональные спортсмены обладают четкими и структурированными мысленными образами и ментальными репрезентациями, способствующими эффективному выполнению спортивной деятельности и обеспечивающими эффективный контроль действий. У спортсменов низкого уровня квалификации отсутствует четкость и структурированность образных представлений двигательных навыков, что приводит к менее эффективной спортивной деятельности.

Вместе с тем, до сих пор не существует однозначного объяснения такой эффективности. В настоящее время ученые преимущественно придерживаются психонейромышечной теории, согласно которой во время мысленного представления движения возникает мышечная активность, идентичная по

локализации реальному движению, но гораздо меньшая по величине. Также в настоящее время показано, что при использовании мысленных образов движений возникает также и идентичная мозговая активация, которая наблюдается при реальном выполнении действия.

Нейронные изменения, происходящие в результате моторного научения, не всегда указывают на изменения на когнитивном уровне. Это подчеркивает важность различения между моторными и когнитивными аспектами обучения. В свою очередь идея о том, что моторное научение приводит к нейронным изменениям, которые затем формируют новые ментальные репрезентации, имеет свои ограничения. Важно учитывать контекст и специфику этих изменений. Так, опытные спортсмены классифицируют ситуации по функциональным принципам, в то время как новички ориентируются на поверхностные характеристики. Это свидетельствует о более глубоком понимании игры у опытных атлетов. При этом у опытных спортсменов ментальные репрезентации имеют четкую и функциональную структуру, что способствует эффективному контролю моторных действий. В отличие от этого, у новичков наблюдается разрозненная структура, что может затруднять выполнение действий. Когнитивные единицы развиваются параллельно с моторным научением. Быстро обучающиеся атлеты способны более точно формулировать свои действия, в то время как медленно обучающиеся могут теряться в деталях.

Разработка инструментов и методов, направленных на целенаправленное формирование «правильных» ментальных репрезентаций, является актуальным и перспективным направлением в области спортивной психологии.

Глава 2. Образные репрезентации профессиональной деятельности спортсменов на разных этапах подготовки

2.1. Определение и свойства системной образной репрезентации в формировании профессиональной деятельности спортсменов

На основе анализа и интеграции представленных выше теоретических подходов к организации двигательных действий нами предлагается новый теоретический конструкт в области психологии, в частности, в психологии спорта – системная образная репрезентация (СОР), которая с одной стороны строится на основе описанных теоретических моделях, а с другой – дополняет их. Важно сделать уточнение о том, что понятие СОР разрабатывается нами именно в отношении спортивной психологии.

Под системным репрезентативным образом (системной образной репрезентацией) понимается целостное адекватное структурное отражение в сознании человека (спортсмена) комплекса перцептивных, проприоцептивных, когнитивных и кинестетических элементов, необходимых и достаточных для эффективного выполнения спортивного действия в конкретной ситуации.

Таким образом, системный репрезентативный образ (системная образная репрезентация) основывается на таких конструктах, как ориентировочная основа действия, принцип сенсорных коррекций, основные опорные точки, мысленное представление и мысленное выполнение действий, а также другие образные процессы, связанные с реализацией двигательных навыков. С позиций концепции Н.А. Бернштейна системная образная репрезентация реализуется на уровне Е – уровне интеллектуальных действий. При этом важно отметить, что в случае действия сильного стресса может наблюдаться переход на нижележащий уровень D, в результате чего наблюдается снижение эффективности выполнения навыка.

С позиции теории функциональных систем П.К. Анохина системная образная репрезентация представляет собой распределенную функциональную систему, включающую целый комплекс мозговых структур, которые направлены на достижение результата – идеальное выполнение моторного действия. Вместе с тем характер этого двигательного навыка значительно отличается в зависимости от вида спорта, поэтому СОР, например, у стрелка и у борца вольного стиля будут также различны. Эти принципиальные различия в СОР у спортсменов разной специализации связаны с тем, что в одних видах спорта большее значение приобретают такие качества, как быстрота реакции и способность быстро воспринимать и перерабатывать огромное количество информации, а в других, например, лучше чувствовать тело, такт и др.

Важно отметить, что концепт СОР состоит в континуальности, системности или, по аналогии с высказыванием Л.С.Выготского о том, что мысль не выражается, а совершается в слове. СОР «совершается» в профессиональной деятельности атлетов в условиях адекватным репрезентативным образам.

Разработка и внедрение новых методов и подходов в спортивной психологии приводит к необходимости расширения и в то же время конкретизации понятийного аппарата в соответствии с исследуемой областью или направлением. В случае сравнительных исследований, как правило, строится классификация исследуемых объектов по определенным критериям. Так, к примеру, среди классификаций видов спорта, наиболее близких к психологии спорта можно выделить классификацию Якимович В.С., в основу которой положены особенности взаимодействия атлетов на соревнованиях. Например, это могут быть антагонистические взаимодействия (в таких видах спорта соперник отвечает противодействием)

Проводя сравнительные исследования, исследователь фактически строит классификации объектов исследования в соответствии с научной областью. Классификация видов спорта, близкая к психологии, была разработана

Якимович В.С. В ее основу были положены особенности и разновидности взаимодействия спорсменов на соревнованиях:

- антагонистические виды спорта (в ответ на действие соперника спортсмен отвечает противодействием);

- синергетические виды спорта (в ответ на действие соперника спортсмен отвечает аналогичным действием);

- автономные виды спорта (в ответ на действие соперника спортсмен отвечает заранее предусмотренным действием);

- компексные виды спорта (в ответ на действие соперника спортсмен отвечает различными вариантами действий) (Якимович, 2005).

На основе представленной классификации в исследовании Т.В. Артамоновой и Т.А. Шевченко была изучена структура личности с использованием опросника Кэттелла (16 PF) у 570 спортсменов (235 женщин и 335 мужчин), относящихся к разным видам спорта. Результаты проведенного исследования показали следующие тенденции. Для автономных видов спорта наибольшее значение имеют такие показатели личности, как «робость - смелость», а также «подверженность чувствам - высокая нормативность поведения». Также довольно большое значение имеют факторы «замкнутость - общительность», «эмоциональная неустойчивость - эмоциональная устойчивость».

Для синергетических видов спорта наибольшее значение имеют такие факторы, как «замкнутость — общительность», «подверженность чувствам – высокая нормативность поведения», а также «робость - смелость».

В антагонистических видах спорта наиболее значимыми являются такие показатели личности, как «подверженность чувствам - высокая нормативность поведения», «робость – смелость», «замкнутость – общительность», «эмоциональная неустойчивость - эмоциональная устойчивость». Представители этих спортивных дисциплин являются наиболее выдержанными,

работоспособными и эмоционально зрелыми. Также им свойственно наиболее осознанное соблюдение норм и правил поведения, настойчивость в достижении цели, ответственность свойственны.

Результаты исследования также показали, что спортсменам в целом свойственно завышать самооценку, особенно это характерно для антагонистических видов спорта. Представители автономных видов спорта отличаются довольно высоким уровнем абстрактного мышления. Также им свойственен высокий уровень развития воображения.

Обобщение накопленного опыта построения классификаций в различных системах знаний позволило выделить задачи трех уровней (Коршунов, Мантатов, 1974).

1. Синтаксическое упорядочение информации, составление алгоритмов по родовым признакам.

2. Выявление смыслового содержания информации или семантическое упорядочение.

3. Рассмотрение прагматического аспекта, то есть установление целевого назначения, значимости информации и диалектики ее формирования.

Задачи первого уровня при составлении классификаций связаны с определением родовидовых связей классификационных единиц и порядком их определения. Задачи второго уровня касаются определения классификационных признаков и использования в предлагаемой классификации знаковых систем как средств выражения смысла признака в сокращенном, кодированном виде, правил составления этих знаков наряду с составленными из них выражениями. Решение задач третьего уровня необходимо для выяснения количества и степени разнообразия классификационных единиц на базе признаков, охватывающих возможно большее множество классификационных единиц.

Основу построения нашей типологии составила укрупненная классификация профессий, разработанная Е.А. Климовым, которая впоследствии была дополнена В.В. Пчелиновой (Климов, Пчелинова, 1997).

В таблице 2.1 эти дескрипторы приведены в буквенно-цифровом виде и под таблицей дано их краткое описание с примерами профессий, иллюстрирующих каждый признак.

Таблица 2.1 – Четырехъярусная 53-х признаковая дескрипторная схема

Признаки труда	Дескрипторное обозначение признаков труда
Условия труда	АЛ, АН, Н, ИН, К, ИС, ОС, О, К1, К2, К3, К4, К5, К6, К7, К8, МТ, МР, ЖЗ, ОБ, Б, ОВ, Н1, Н2, Н3, Н4, Н5, Н6, Н7, Н8
Средства труда	Р, М, А, ПУ, ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5, Ф6, Ф7
Цели труда	Г1, Г2, П1, П2, П3, И
Предметы труда	П, Т, Ч, З, Х

На основе представленной информации нами предлагается типология видов спортивной деятельности в зависимости от характера репрезентаций, а также различных уровней и типов репрезентативных образов, определяющих реализацию профессионально важных задач спортсменами в зависимости от ряда факторов. В ходе анализа профессиональной деятельности были выделены объективные характеристики спортивной ситуации, отражающие требования к субъекту спортивной ситуации (атлету), к примеру, статичные/динамичные, одиночные/групповые виды спорта. Кроме того, были проанализированы преобладающие мысленные репрезентации, характерные для определенного вида спорта.

Атлету приходится решать спортивную задачу, в терминологии А.Н. Бернштейна о построении движений, каждый раз заново. Вместе с тем, необходимо отметить, что наличие определенных паттернов, характерных для решения спортивной задачи, создает предпосылки для типологизации образных репрезентаций деятельности атлетов.

Таким образом, разработанная типология учитывает, как объективные требования спортивной ситуации, предъявляемые к субъекту спортивной ситуации (атлету), так и характер преобладающих мысленных репрезентаций, характерных для конкретных видов спорта.

Разные виды спортивной деятельности будут характеризоваться доминированием определенных параметров. На основе такого доминирования нами была предложена типология видов спортивной деятельности в зависимости от характера репрезентаций, а также различных уровней и типов репрезентативных образов (далее - типология), определяющих реализацию профессионально важных задач спортсменами в зависимости от ряда факторов. Согласно данной модели, выделяется 3 основания, по которым происходит типологизация различных видов спортивной деятельности: (1) статичные/динамичные; (2) в заданных условиях / в условиях неопределенности; (3) одиночные/групповые. В случае статичных видов спортивной деятельности основание одиночные/групповые отсутствует.

Таким образом, мы получаем шесть типов спортивной деятельности в соответствии с разработанной нами типологией:

– статичные в заданных условиях – к таким видам спортивной деятельности относятся преимущественно стрелковые виды, за исключением стендовой стрельбы и т.п.). Такие виды спорта характеризуются достаточно стабильными внешними условиями спортивной ситуации; на формирование образных репрезентаций преобладающее значение имеют проприоцептивные и зрительные факторы (ориентировки); основную часть времени занимает ориентировка на

внутренние факторы; моторное движение - выстрел, при этом занимает крайне малую часть. Учитывая преобладание внутренних ориентировок при совершении двигательного действия (выстрела), а также стабильные внешние условия спортивной ситуации - можно выдвинуть предположение об эффективности использования мысленных тренировок для отработки спортивного мастерства. Кроме того, в рамках проведенного нами исследования динамики мозговой активности у стрелков из лука во время совершения выстрела, а также мысленного представления выстрела, показана схожая активация, что показывает правомерность нашего предположения (Поликанова и др, 2020);

– статичные в условиях неопределенности – к таким видам спортивной деятельности относится стендовая стрельба, а также шашки, шахматы и др. Такие виды спорта, в отличие от предыдущих, характеризуются изменяющимися (неопределенными) внешними условиями, однако движения самого атлета при этом минимальны. На формирование образных репрезентаций, также как и в предыдущем случае, преобладающее значение имеют проприоцептивные и зрительные факторы (ориентировки). Вместе с тем, в данном случае увеличивается роль внешних факторов.

– динамичные одиночные в заданных условиях – это все циклические виды (бег, велосипед, плавание и др.), гимнастика, скалолазание, а также тяжелая атлетика. Эти виды спорта также характеризуются относительно стабильными условиями спортивной ситуации. Образная репрезентация здесь сфокусирована на внутренних факторах/характеристиках субъекта, выполняющего спортивное действие/движение.

К таким видам спортивной деятельности преимущественно относятся художественные виды спорта. С одной стороны, они являются динамичными, а с другой – они характеризуются относительно стабильными условиями спортивной ситуации (бассейн, ковер и др.), а также жестко заданной программой выступления – последовательностью определенных сложнокоординационных

элементов. Атлетам не нужно постоянно принимать решения о выборе правильного действия, однако, основной задачей здесь является технически идеальное выполнение-воспроизведение сложнокоординационных элементов. С позиции формирования репрезентативного образа такие виды спорта характеризуются преобладанием внутренних ориентировок (проприоцептивные, кинестетические, «чувство времени» и др.) и в меньшей степени - внешних ориентировок;

– динамичные групповые в заданных условиях (синхронное плавание). К таким видам спортивной деятельности также преимущественно относятся художественные виды спорта, выполняющиеся в группе – синхронное плавание, разные виды гимнастики и др. С позиции формирования репрезентативного образа такие виды спорта характеризуются ориентировкой как на внутренние факторы (проприоцептивные, кинестетические, «чувство времени», «чувство такта»), так и на внешние (участников по команде). Полнота ориентировки в синхронном плавании складывается из огромного множества факторов, как внешней среды, так и внутренней. На первый план, конечно же, выходят кинестетически ощущения, поскольку, как мы видим, первостепенное значение в синхронном плавании имеет правильное положение тела (рук, ног, головы) тогда, как условия внешней среды относительно стабильны.

– динамичные одиночные в условиях неопределенности (единоборства, бадминтон (одиночная игра), теннис (одиночная игра) и др.). Эти виды спорта отличаются наличием большого количества комбинаторных ситуаций с высокой степенью неопределенности событий. Соответственно, характер построения образных репрезентаций в таких видах спорта будет крайне сложный и комплексный, учитывающий ориентировку на множество факторов, как внешних (самой спортивной ситуации), так и внутренних (контроль за снарядом, положение тела; положение противника и др.). Репрезентативные образы должны формироваться для каждого отдельного приёма/удара, а также для выявления и

предупреждения ложных приёмов. К примеру, в вольной борьбе в основе большинства элементов лежит способность к антиципации, то есть возможности предсказывать действия соперника и в нужный момент - предупреждать их. Такие виды спорта, как бадминтон и теннис также характеризуются крайне жестким лимитом времени на принятие решения об ответном действии/ударе, что также указывает на важность формирования и развития процессов антиципации. В формировании репрезентативных образов в таких видах спорта преобладающее значение имеет ориентировка на внешние факторы спортивной ситуации, и в меньшей степени - ориентировка на внутренние факторы, что связано с крайне неопределенными условиями спортивной ситуации и задачами, предъявляемыми к атлетам.

– динамичные групповые в условиях неопределенности (хоккей, волейбол и др.). Такие виды спорта также отличаются крайне высокой степенью неопределенности, большим количеством сложных комбинаторных ситуаций с высокой степенью неопределенности событий. Однако формирование репрезентативных образов в таких видах спорта происходит, в том числе с учетом действий членов команды, которые, в свою очередь должны одинаково воспринимать спортивную ситуацию, принимая решение о выборе действий относительно команды в целом. В формировании репрезентативных образов в таких видах спорта также преобладающее значение имеет ориентировка на внешние факторы спортивной ситуации, и в меньшей степени - ориентировка на внутренние факторы.

Следует также добавить, что представленная типология относится именно к особенностям спортивной деятельности, а не к самому виду спорта, поскольку даже внутри одного вида спорта атлеты с разным амплуа будут характеризоваться разными особенностями спортивной деятельности, разными задачами, а соответственно и разными репрезентативными образами. К примеру, в хоккее – вратарь и нападающий будут значительно различаться по

особенностям задач спортивной деятельности, а соответственно, и по особенностям образных репрезентаций.

Таким образом, на основе изложенного мы можем сделать несколько выводов. Нами вводится понятие системного репрезентативного образа, или системной образной репрезентации, под которым понимается целостное адекватное структурное отражение в сознании спортсмена комплекса перцептивных, проприоцептивных, когнитивных и кинестетических элементов, необходимых и достаточных для эффективного выполнения спортивного действия в конкретной ситуации.

Данный термин объединяет и интегрирует такие конструкты, как ориентировочная основа действия, моторные репрезентации, мысленные образы, а также другие образные процессы, связанные с реализацией двигательных навыков. Интегративный характер образной репрезентации позволяет использовать ее в качестве единицы анализа спортивного действия.

Это означает, что для эффективного выполнения действия в каждой спортивной ситуации спортсмен должен уметь представлять структурированный набор внутренних (мышечные чувства, положение тела в пространстве, положение руки или ноги и др., чувство поля, сетки, ракетки, мяча, лыжни, воды и др.) и внешних (оценка движений, тактика противника, условия среды и др.) характеристик. Набор указанных элементов зависит от различных факторов, включая вид спорта, индивидуальные особенности спортсмена, его когнитивные характеристики и др.

Характер и особенности использования мысленных образов спортсменом определяется целым комплексом факторов, учитывать которые необходимо для правильного и адекватного формирования экспериментального плана по изучению мысленных образов у спортсменов.

Репрезентативные образы (репрезентации) могут быть общими, отражающими специфику спортивной деятельности данного вида спорта в

целом, а также ситуативными (специальными), отражающими специфику данной конкретной спортивной ситуации (например, выполнение конкретного броска с определенной позиции, выполнение определенного элемента и др.).

На основе характера и особенностей репрезентативных образов предлагается типология видов спортивной деятельности по трем основаниям ((1) статичные/динамичные; (2) в заданных условиях / в условиях неопределенности; (3) одиночные/групповые), согласно которй можно выделить следующие виды спорта:

– статичные в заданных условиях (преимущественно стрелковые виды спорта, за исключением стендовой стрельбы);

– статичные в условиях неопределенности (стендовая стрельба, шашки, шахматы и др.);

– динамичные одиночные в заданных условиях (циклические виды спорта, фигурное катание, гимнастика, скалолазание, тяжелая атлетика и др.);

– динамичные групповые в заданных условиях (синхронное плавание);

– динамичные одиночные в условиях неопределенности (единоборства, бадминтон (одиночная игра), теннис (одиночная игра) и др.);

– динамичные групповые в условиях неопределенности (хоккей, волейбол, баскетбол, футбол и др.);

– условно динамичные (туризм, спортивное ориентирование).

Необходимо отметить, что схематизация спортивной деятельности может сужена или видоизменена, но она не должна заслонять живого человека, конкретного спортсмена или вид спорта, а, наоборот, помочь раскрыть его, определить уникальное своеобразие.

2.2. Разработка и апробация опросника образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов

Различные виды спортивной деятельности характеризуются принципиальными различиями СОР. Для одних видов спортивной деятельности большее значение приобретают такие качества, как быстрота реакции и способность быстро воспринимать и перерабатывать огромное количество информации, а для других, например, лучше чувствовать тело, такт и др. (Леонов, Поликанова, Рассказова, 2022).

В связи с принципиальными различиями СОР у спортсменов разной квалификации, а также разными видами спортивной деятельности (амплуа), были выделены 9 основных факторов (субшкал), которые представляют собой совокупность параметров, определяющих репрезентативный образ спортивной ситуации для атлета:

I. Временной фактор

II. Пространственный фактор

III. Информационный фактор

IV. Технико-тактический фактор

V. Игровой интеллект

VI. Энергетический (ресурсный) (включая психофизиологические и антропометрические особенности атлета) фактор

VII. Мотивационно-личностные особенности

VIII. Социальное окружение

IX. Эмоциональный фактор

Данные параметры могут складываться как стихийно в процессе спортивной подготовки, так и целенаправленно с учётом целей и задач, стоящих перед спортсменом.

Временной фактор. Определяет способность атлета оперировать временными интервалами в процессе профессиональной деятельности (как маленькими - в несколько мс, так и большими - минуты/часы). Насколько спортсмен эффективно «управляет» своим чувством времени и учитывает время действий противника/поединка/матча влияет на успешность его деятельности (Геллерштейн, 1930; Бернштейн, 1966; Цуканов, 2000; Операц, 2001). Важным представляется умение атлета синхронизировать свои действия с партнерами по команде, тренерскими установками, требованиями спортивной ситуации.

Пространственный фактор. Неразрывно связан с темпоральным параметром, который отражает умение атлета осознавать, как положение своего тела в пространстве (на площадке/поле/бассейне и др., относительно других спортсменов), так и перемещение противника, партнёра по команде. Большим преимуществом будут обладать спортсмены, обладающие возможностью определять пространственную ситуацию/выполняемые движения, ориентируясь на «внутреннее» чувство пространства/положения тела, без зрительного контроля.

Информационный фактор. Связан с важностью предварительного сбора, анализа информации о предстоящем соревновании. А.Ц. Пуни, в своей фундаментальной работе, посвященной психологической подготовке атлетов (Пуни, 1955), отмечал важность анализа информации о предстоящем соревновании. Не менее определяющим профессиональную успешность спортсмена является удерживание в сознании спортсменами тренерских установок.

Технико-тактический фактор. Довольно близок по своему содержанию с информационным фактором, но имеет свою специфику. Важным является рефлексия правильности выполняемых движений, возможность варьировать технику и способы решения спортивной задачи в технико-тактическом плане. Эффективность системы подготовки спортсмена определяется улучшением

технико-тактического фактора. В спорте, техническая и тактическая подготовка является ключевой стороной уровня мастерства спортсмена. Ее совершенствование достигается при поэтапном увеличении нагрузок во время тренировок, благодаря этому возникает физическая подготовленность, которая мобилизует спортсмена осваивать все более сложные задания (Холодов, Кузнецов, 2000).

Игровой интеллект. Под игровым интеллектом понимается «чтение» игры спортсменом, возможность изменять стратегию и способы своей деятельности в зависимости от действий противника, от задач тренера, от динамики игры. Игровой интеллект определяется скоростью и эффективностью принятия решений в спортивной ситуации.

Энергетический фактор. Отражает осознанность атлета относительно использования своих антропофизиологических возможностей, а также параметров противника в ходе поединка. В данный фактор также входят оценка своего функционального состояния, умение планировать силы на дистанции, включая проприоцептивный компонент, а также исполнительный компонент (степень овладения действием по Н.А. Бернштейну, основные опорные точки (ООТ) по М.М. Богену (Боген, 1985)).

Мотивационно-личностные особенности. Включает в себя осознание и учитывание мотивационно-личностных характеристик спортсмена, способность настраиваться на игру/поединок. По мнению Л.К. Серовой, «мотивационный компонент» определяет глубинные условия психической деятельности, которые подталкивают спортсмена к достижению цели. Он связан с проявлением интереса к своему виду деятельности, с ценностями и стремлением победить (Серова, 2007).

Социальное окружение. Фактор социального влияния на спортсменов описан был еще в работах Н.Триплетта, к ним относятся и социальная фасилитация, ингибиция (боязнь неудачи, зрительской оценки) (Triplett, 1898). В

данный фактор также входит локус контроля атлета – определение спортивного успеха/неудачи за счет действий партнеров по команде.

Эмоциональный фактор. Эмоции могут влиять на состояние и выступление спортсменов как с положительной, так и с отрицательной стороны. Согласно модели эмоций Ю.Ханина, успех спортивной деятельности детерминирован уровнем эмоционального возбуждения атлетов. В этой связи важным является достижение наиболее оптимального эмоционального состояния и регулирование нежелательных переживаний (Ханин, 1976).

Соответственно, разные виды спортивной деятельности будут характеризоваться доминированием определенных факторов.

На основе выделенных факторов (субшкал) нами были сформулированы следующие гипотезы:

1. Теоретически сформулированные субшкалы опросника, соответствующие временной, пространственной, информационной, технико-тактической, энергетической координатам, игровому интеллекту, мотивационным и эмоциональным особенностям, а также социальному окружению будут характеризоваться приемлемой надежность-согласованностью у представителей различных видов спорта.

2. В динамичных видах спорта в условиях неопределенности, по сравнению с динамичными видами спорта в заданных условиях и статичными видами спорта роль пространственного, временного, информационного и технико-тактического фактора будет выше.

3. В групповых видах спорта, по сравнению с одиночными, роль социального окружения и эмоциональных особенностей будет выше.

4. В различных видах спорта можно выделить ключевые факторы образных репрезентаций, показатели по которым зависят от уровня профессионального мастерства: в частности, кандидаты в мастера спорта и мастера спорта оценивают данные репрезентации как более важные для их вида

спорта и более актуальные для них лично, по сравнению со спортсменами с 1-3 спортивными разрядами и без разрядов.

Разработка и апробация опросника образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов включала несколько этапов.

На первом этапе на основе девяти выделенных факторов образных репрезентаций, описанных выше, были сформулированы пары пунктов – оценивающих репрезентацию по отношению к себе в спортивной деятельности («Оцените каждое утверждение, насколько оно применимо к Вам» - с оценкой по шкале Лайкерта от 1 балла «никогда» до 7 баллов «всегда») (далее – блок «репрезентация себя») и репрезентацию собственно спортивной деятельности («Отметьте, насколько это утверждение является одним из факторов победы/успеха в моём виде спорта» - с оценкой по шкале Лайкерта от 1 балла «не имеет отношения к моему виду спорта» до 7 баллов «полностью определяет победу/успех в моем виде спорта») (далее – блок «репрезентация спортивной деятельности»).

На втором этапе были собраны эмпирические данные. Обработка данных включала в себя отбор пунктов на основе стратегии «эмпирической подстройки» (Tellegen et al., 2008) и затем окончательное формирование шкал по теоретическим и психометрическим основаниям. Этап «эмпирической подстройки» включал отбор пунктов (отдельно для репрезентации себя в спорте и репрезентации спортивной деятельности), ответы по которым хотя бы для одного типа спортивной деятельности были разными (значимо $p < 0,05$ или на уровне тенденции $p < 0,15$) у кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта, в отличие от спортсменов 1-3 разрядов и без разрядов. Иными словами, отбирались пункты, позволяющие дифференцировать людей с различными спортивными достижениями. Пункты объединялись в субшкалы (по теоретическим основаниям); далее проверялась надежность-согласованность субшкал.

На третьем этапе проводилось сопоставление репрезентаций в различных видах спорта и у людей с различными спортивными достижениями.

Опросник образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов представлен в Приложении 1.

Перед проведением эмпирического исследования было получено согласие от спортсменов об участии в нём. Каждому респонденту предлагалось в индивидуальной форме заполнить разработанный опросник (100 пар утверждений).

Всего в исследовании принял участие 451 спортсмен принял участие в исследовании. 45 человек были исключены, потому что не указали вид спорта. Группа динамичных в заданных условиях групповых видов спорта включила всего 7 человек, и потому также была исключена из анализа данных. Итоговая выборка составила 399 спортсменов из пяти видов спорта, из них 147 человек занимались одиночными динамичными видами спорта в условиях неопределенности, 60 – групповыми динамичными видами спорта в условиях неопределенности, 102 – одиночными динамичными видами спорта в заданных условиях, 42 человека – статичными видами спорта и 48 человек – условно динамичными видами спорта. 186 человек (46,9%) были без спортивных разрядов, с юношескими или 1-3 спортивным разрядами; 193 человека (48,4%) – кандидаты в мастера спорта, мастера спорта или мастера спорта международного класса; 19 человек (4,8%) не указали спортивного разряда. Средний опыт в данном виде спорта составлял 8,60±6,91 лет. В исследовании приняли участие 247 мужчин (61,9%) и 152 женщины (38,1%) в возрасте старше 15 лет (средний возраст 23,17±8,64 года).

Все испытуемые заполнили первую версию опросника образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов, включающую оценку временной, пространственной, информационной, технико-тактической, энергетической координат, игрового интеллекта, мотивационных и

эмоциональных особенностей, а также социальное окружение отдельно по отношению к себе, то есть насколько представленные утверждения применимы к самому атлету, а также то, насколько эти утверждения важны для данного вида спорта в целом.

Помимо опросника образной репрезентации профессиональной деятельности спортсменов респонденты заполняли анкету, включающую информацию об их поле, возрасте, опыте и виде спортивной деятельности, спортивном разряде.

Обработка данных проводилась в программе SPSS Statistics 23.0 и включала описательную статистику, расчет надежности-согласованности, методы сравнения групп и корреляционный анализ.

В целом, все субшкалы опросника (как в блоке «репрезентация себя», так в блоке «репрезентация спортивной деятельности») достаточно согласованы, за исключением субшкалы социального окружения, согласованность которой достаточно низка и которая требует доработки в последующих исследованиях.

Сравнение согласованности субшкал в подгруппах людей, занимающихся разными видами спорта, показывает, что большинство субшкал могут применяться как согласованные вне зависимости от того, о какой спортивной деятельности идет речь (таблица 2.2). Тем не менее, согласованность образных репрезентаций себя в профессиональной деятельности часто несколько ниже, нежели профессиональной деятельности в целом.

Исключения касаются немногочисленной группы спортсменов из статичных видов спорта, в которой оказались низки показатели согласованности по временной, информационной, энергетической и эмоциональной координат репрезентации профессиональной деятельности, а также пространственной и информационной координат репрезентации себя в спортивной деятельности.

Таблица 2.2 – Надежность-согласованность субшкал (параметров) опросника образной репрезентации профессиональной деятельности спортсменов

	Субшкалы	Кол-во пунктов	Надежность-согласованность (альфа Кронбаха)					
			Всего (N=399)	Динамичные в условиях неопределенности одиночные (n=147)	Динамичные в условиях неопределенности групповые (n=60)	Динамичные в заданных условиях одиночные (n=102)	Статичные (n=42)	Условно динамичные (n=48)
Репрезентации себя в спортивной деятельности	Временная координата	7	0,63	0,48	0,69	0,74	0,64	0,72
	Пространственная координата	6	0,64	0,59	0,71	0,66	0,50	0,69
	Информационная координата	7	0,70	0,70	0,65	0,70	0,57	0,77
	Технико-тактическая координата	8	0,75	0,75	0,72	0,78	0,78	0,75
	Игровой интеллект	6	0,81	0,75	0,81	0,83	0,76	0,86
	Энергетическая координата	5	0,74	0,77	0,83	0,73	0,68	0,67
	Мотивационно-личностные особенности	16	0,88	0,87	0,89	0,88	0,83	0,91
	Социальное окружение	7	0,61	0,59	0,65	0,62	0,58	0,58
	Эмоциональные особенности	9	0,72	0,68	0,71	0,66	0,74	0,81
Представления о спортивной деятельности	Временная координата	7	0,76	0,77	0,74	0,77	0,59	0,82
	Пространственная координата	6	0,77	0,69	0,82	0,77	0,69	0,73
	Информационная координата	6	0,71	0,74	0,75	0,68	0,45	0,68
	Технико-тактическая координата	9	0,83	0,83	0,89	0,81	0,72	0,85
	Игровой интеллект	7	0,81	0,76	0,91	0,80	0,65	0,85
	Энергетическая координата	5	0,74	0,82	0,88	0,68	0,46	0,72
	Мотивационно-личностные особенности	14	0,89	0,89	0,93	0,88	0,74	0,90
	Социальное окружение	5	0,61	0,60	0,75	0,60	0,54	0,53
	Эмоциональные особенности	6	0,72	0,69	0,76	0,72	0,60	0,79

Оба блока «репрезентация себя» и «репрезентация спортивной деятельности» тесно связаны между собой ($r=0,31-0,75$, $p<0,01$).

Двухфакторный дисперсионный анализ с множеством зависимых переменных 5 (виды спорта, см. таблицу 2.3) × 2 (пол) MANOVA показывает, что женщины, по сравнению с мужчинами, считают целый ряд координат репрезентаций менее важными для победы и реже отмечают их у себя, по

сравнению с мужчинами. В частности, мужчины отвечают, что считают более важными для победы временной, информационный и энергетический аспекты, игровой интеллект ($F=4,05-8,45$, $p<0,05$, $\eta^2=0,01-0,02$), а также сами в большей степени учитывают репрезентации по всем координатам ($F=7,35-14,02$, $p<0,05$, $\eta^2=0,02-0,04$), кроме социальной и эмоциональной. Однако во всех этих случаях речь идет о слабых по величине различиях.

Следует отметить, что различия в образных репрезентациях между мужчинами и женщинами не объясняются уровнем спортивных достижений, поскольку в нашей выборке не выявлено значимых различий по уровням спортивных достижений между мужчинами и женщинами. Также не выявлено эффектов взаимодействия между полом и видом спорта в отношении образных репрезентаций.

При включении возраста респондентов в качестве ковариаты в дисперсионный анализ не было выявлено зависимости образных репрезентаций от возраста. Корреляционный анализ отдельно в группах спортсменов, занимающихся разными видами спорта, подтвердил, что во всех группах, кроме одиночных динамичных видов спорта в условиях неопределенности, возраст не связан ни с одним аспектом образных репрезентаций. В одиночных динамичных видах спорта в условиях неопределенности возраст связан с оценкой пространственного и энергетического, мотивационно-личностного аспектов, игрового интеллекта ($r=0,18-0,26$, $p<0,05$) и более высокой оценкой своей пространственной репрезентации ($r=0,18$, $p<0,05$). Однако эти корреляции перестают достигать значимости и снижаются до уровня $r<0,07$ после статистического контроля опыта спортивной деятельности. Иными словами, связь возраста и образных репрезентаций отмечается лишь в одном виде спорта, но объясняется она тем, что более старшие респонденты дольше занимаются данным видом спорта.

Различия в образных репрезентациях у спортсменов, занимающихся различными видами спорта

С целью выявления особенностей образных репрезентаций у спортсменов разных видов спорта с разным уровнем спортивных достижений проводился двухфакторный 5 × 2 (спортивные достижения: без разряда и 1-3 разряды vs кмс, мс и мсмк) дисперсионный анализ с множеством зависимых переменных MANOVA.

Как показано в таблице 2.3 (Основной эффект вида спортивной деятельности), образные репрезентации в разных видах спорта различаются по всем выделенным координатам: при этом величина различий, оцененная как η^2 варьирует от слабой до средней (Henson, 2006).

Таблица 2.3 – Сравнение образных репрезентаций у спортсменов с разным уровнем спортивных достижений, занимающихся разными видами спорта: результаты MANOVA

	Субшкалы	Основной эффект вида спортивной деятельности		Эффект взаимодействия вида спорта и спортивных достижений	
		F критерий Фишера	Величина стат. эффекта η^2	F критерий Фишера	Величина стат. эффекта η^2
Репрезентации себя в спортивной деятельности	Временная координата	3,63**	0,04	2,09	0,02
	Пространственная координата	5,44**	0,06	2,53*	0,03
	Информационная координата	5,44**	0,06	0,78	0,01
	Технико-тактическая координата	3,12*	0,03	2,45*	0,03
	Игровой интеллект	5,22**	0,05	2,03	0,02
	Энергетическая координата	3,09*	0,03	1,60	0,02
	Мотивационно-личностные особенности	4,53**	0,05	1,91	0,02
	Социальное окружение	4,94**	0,05	3,17**	0,03
	Эмоциональные особенности	3,34**	0,04	2,17	0,02
Представления о спортивной деятельности	Временная координата	5,19**	0,05	1,41	0,02
	Пространственная координата	10,76**	0,10	1,72	0,02
	Информационная координата	7,38**	0,07	1,22	0,01
	Технико-тактическая координата	2,51*	0,03	2,12	0,02
	Игровой интеллект	7,46**	0,08	1,66	0,02
	Энергетическая координата	2,86*	0,03	1,32	0,01
	Мотивационно-личностные особенности	2,87*	0,03	1,93	0,02
	Социальное окружение	2,48*	0,03	2,36*	0,02
	Эмоциональные особенности	4,98**	0,05	2,46*	0,03

** - $p<0,05$, ** - $p<0,01$*

Усредненные профили образных репрезентаций себя у спортсменов различных видах спорта представлены на рисунке 2.1. В динамичных видах спорта в условиях неопределенности спортсмены чаще, чем в других видах спорта, отмечают у себя образные репрезентации временного, пространственного, информационного, энергетического аспектов спортивной ситуации, а также игрового интеллекта. В одиночных видах спорта спортсмены чаще говорят о мотивационно-личностных аспектах репрезентации, в групповых – о репрезентации социального окружения. В динамичных видах спорта в заданных условиях показатели репрезентаций временных, пространственных, информационных аспектов и игрового интеллекта ниже, а «пики» профиля отмечаются по репрезентации технико-тактической, энергетической составляющих и мотивационно-личностных аспектов. В статичных видах спорта на первый план выходят технико-тактический и мотивационно-личностный аспекты репрезентации, тогда как репрезентации временных, пространственных и эмоциональных аспектов менее выражены, чем в других видах спорта. В условно-динамических видах спорта «пик» профиля также относится к репрезентации технико-тактических аспектов; также относительно актуальны игровой интеллект, энергетический и пространственный аспекты.

Post hoc попарное сравнение групп по критерию Шеффе показывает, что показатели репрезентации временного, информационного аспектов в одиночных динамичных видах спорта в условиях неопределенности значимо выше ($p<0,05$), чем в динамичных видах в заданных условиях, статичных и условно-динамичных видах спорта. Репрезентации пространственных аспектов спортивной ситуации спортсмены динамичных видов спорта в условиях неопределенности оценивают выше, чем спортсмены статичных видов спорта ($p<0,05$). В группе одиночных динамичных видов спорта в условиях неопределенности показатели игрового интеллекта выше, чем в группе динамичных видов спорта в заданных условиях ($p<0,05$), а показатели мотивационно-личностных особенностей выше, чем в

условно-динамичных видах спорта ($p<0,05$). Репрезентации социального окружения в групповых динамичных видах спорта выше, чем в статичных и условно-динамичных видах спорта. Наконец, в условно-динамичных видах спорта показатели репрезентаций эмоциональных особенностей ниже, чем во всех динамичных видах спорта.

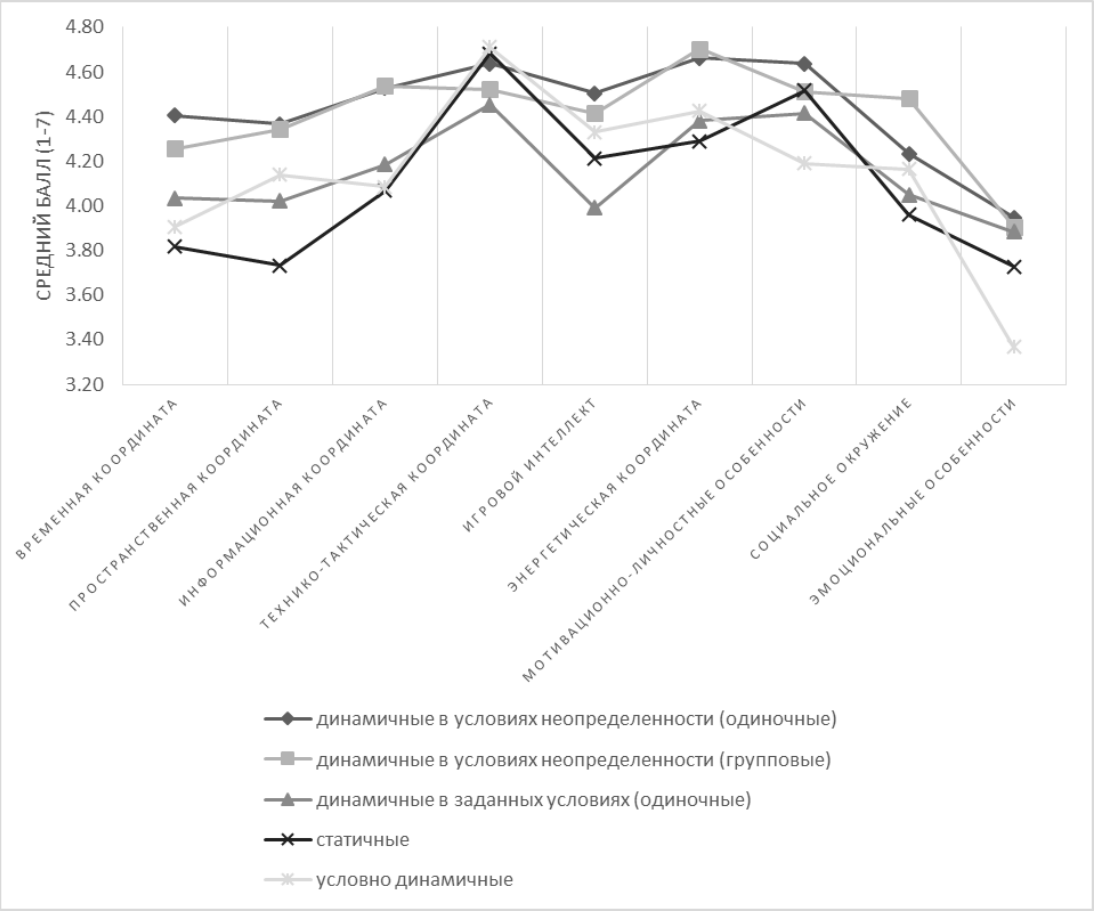


Рисунок 2.1 – Средние профили образных репрезентаций себя у спортсменов в различных видах спортивной деятельности

Спортсмены одиночных и групповых динамичных видов спорта в условиях неопределенности оценивают различные аспекты репрезентации спортивной ситуации как примерно в равной степени важные для победы (Рисунок 2.2). В динамичных видах спорта в заданных условиях спортсмены столь же высоко оценивают технико-тактический, энергетический и мотивационно-личностный

аспекты, но считают менее важными для своего вида спорта пространственно-временной аспект, игровой интеллект и социальное окружение. Профиль важности репрезентаций статичных видах спорта схож с профилем динамичных видов спорта в заданных условиях с той разницей, что в статичных видах спорта пространственный, энергетический аспекты, социальное окружение считаются еще менее важными для победы. Спортсмены условно-динамичных видов спорта относительно высоко оценивают важность технико-тактического, энергетического аспектов репрезентации, игрового интеллекта, но считают менее важной репрезентацию эмоциональных особенностей.

Post hoc попарное сравнение групп по критерию Шеффе показывает, что спортсмены одиночных динамичных видов спорта в условиях неопределенности считают репрезентацию временны*х* аспектов спортивной ситуации более важной для победы, чем спортсмены динамичных видов спорта в заданных условиях и статичных видов спорта ($p<0,05$). Пространственные репрезентации и игровой интеллект в динамичных видах спорта в заданных условиях и статичных видах спорта менее важны, чем в остальных видах ($p<0,05$). Информационную составляющую спортсмены динамичных видов спорта в условиях неопределенности считают более важной, чем других видов спорта ($p<0,05$). В статичных видах спорта спортсмены оценивают репрезентацию энергетической составляющей как менее важную, по сравнению с обоими динамичными видами спорта в условиях неопределенности, а репрезентацию социального окружения – как менее важную в сравнении с групповыми динамичными видами спорта. Для условно-динамичных видов спорта репрезентация эмоциональных особенностей менее важна, чем для всех динамичных видов спорта.

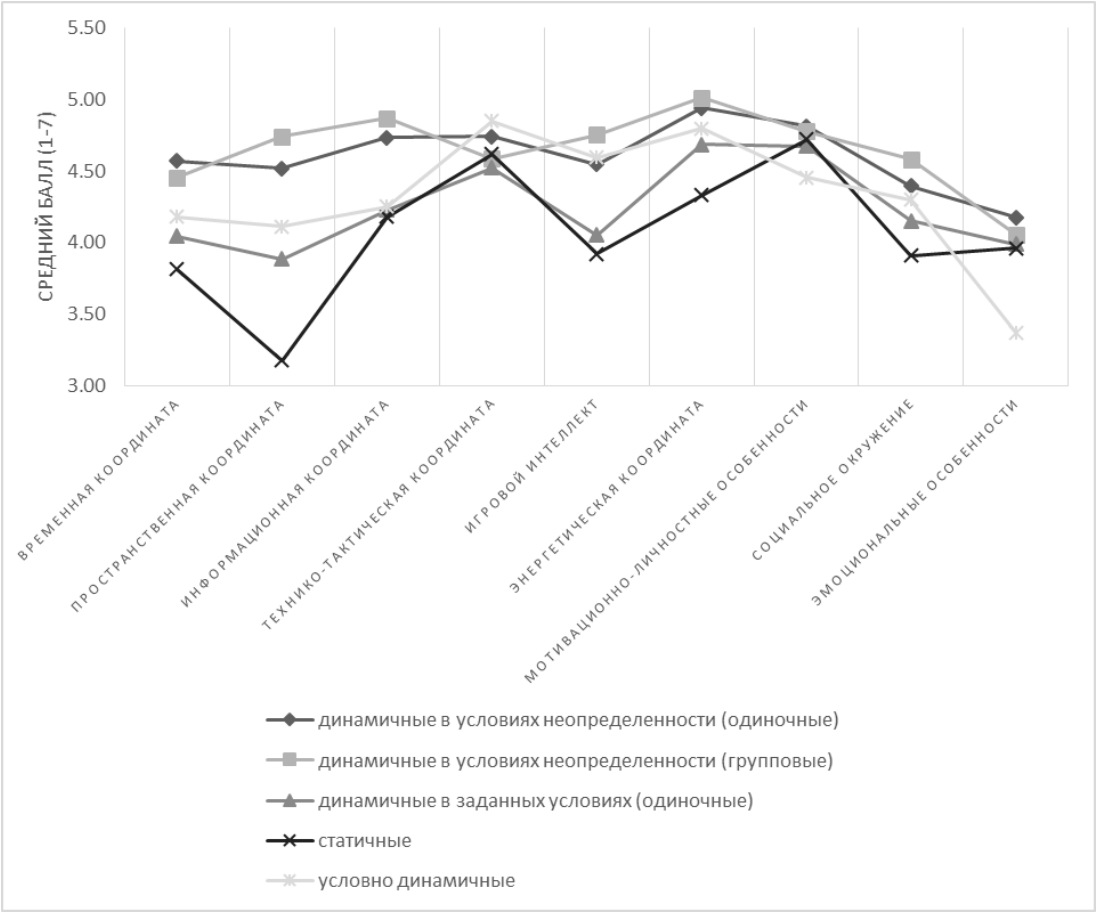


Рисунок 2.2 – Средние профили образных репрезентаций спортивной деятельности у спортсменов, занимающихся различными видами спорта

Различия в образных репрезентациях у спортсменов с разным уровнем спортивных достижений

Дисперсионный анализ с множеством зависимых переменных не выявил основных эффектов уровня спортивных достижений, достигающих уровня значимости $p<0,05$. Однако была выявлена серия эффектов взаимодействия вида спорта и уровня спортивных достижений в отношении пространственной, технико-тактической и социальной координат репрезентации себя в спорте, а также социальной и эмоциональной координат репрезентации спортивной деятельности. Это означает, что для некоторых видов спорта характерны

различия в образных репрезентациях между спортсменами разных разрядов, которых не отмечается в других видах спорта.

Для уточнения различий в репрезентациях спортсменов с разным уровнем спортивных достижений, дальнейшее сравнение проводилось отдельно для каждого вида спорта. В одиночных динамичных видах спорта в условиях неопределенности кандидаты в мастера и мастера спорта чаще говорят, что учитывают информационную ($t=-2,65$, $p<0,01$, $\eta^2=0,05$), технико-тактическую ($t=-2,10$, $p<0,05$, $\eta^2=0,03$), энергетическую координаты ($t=-1,98$, $p<0,05$, $\eta^2=0,03$), а также игровой интеллект ($t=-2,60$, $p<0,05$, $\eta^2=0,05$) и мотивационно-личностные аспекты соревнований ($t=-2,09$, $p<0,05$, $\eta^2=0,03$), чем спортсмены без разряда и 1-3 разрядов.

Кроме того, кандидаты в мастера спорта и мастера спорта, по сравнению со спортсменами без разряда и 1-3 разрядом, в целом считают информационные репрезентации ($t=-2,53$, $p<0,05$, $\eta^2=0,05$) более важными для победы в своем виде спорта.

В групповых динамичных видах спорта в условиях неопределенности кандидаты в мастера и мастера спорта, по сравнению с другими спортсменами, чаще признают важность репрезентации пространства ($t=-2,26$, $p<0,05$, $\eta^2=0,08$), технико-тактических аспектов деятельности ($t=-2,17$, $p<0,05$, $\eta^2=0,08$), игрового интеллекта ($t=-2,10$, $p<0,05$, $\eta^2=0,07$) в своем виде спорта, а также оценивают выше свои возможности пространственных ($t=-2,84$, $p<0,01$, $\eta^2=0,13$), технико-тактических репрезентаций ($t=-2,53$, $p<0,05$, $\eta^2=0,10$), свой игровой интеллект ($t=-2,32$, $p<0,05$, $\eta^2=0,09$), мотивационно-личностные аспекты ($t=-2,28$, $p<0,05$, $\eta^2=0,08$) в спорте.

В одиночных динамичных видах спорта в заданных условиях кандидаты в мастера и мастера спорта чаще учитывают временные ($t=-2,93$, $p<0,01$, $\eta^2=0,08$), технико-тактические ($t=-3,49$, $p<0,01$, $\eta^2=0,11$), энергетические ($t=-2,71$, $p<0,01$, $\eta^2=0,07$), мотивационно-личностные ($t=-2,79$, $p<0,01$, $\eta^2=0,07$), социальные ($t=-$

2,59, $p<0,05$, $\eta^2=0,06$) и эмоциональные ($t=-3,34$, $p<0,01$, $\eta^2=0,10$) аспекты выступления (соревнования), по сравнению со спортсменами 1-3 разрядов и без разрядов. Кроме того, они считают репрезентацию технико-тактических ($t=-3,22$, $p<0,01$, $\eta^2=0,09$), энергетических ($t=-2,09$, $p<0,05$, $\eta^2=0,04$), мотивационно-личностных ($t=-3,69$, $p<0,01$, $\eta^2=0,12$), социальных ($t=-1,98$, $p<0,05$, $\eta^2=0,04$) и эмоциональных ($t=-3,89$, $p<0,01$, $\eta^2=0,13$) аспектов более важной для победы в своем виде спорта.

В статичных видах спорта спортсмены с высоким уровнем спортивных достижений, (кмс, мс) реже учитывают временные ($t=2,47$, $p<0,05$, $\eta^2=0,13$) аспекты выступления (соревнования) и ниже оценивают важность социального окружения для игры ($t=2,16$, $p<0,05$, $\eta^2=0,11$).

В группе спортсменов условно-динамичных видов спорта не было выявлено различий в зависимости от спортивных достижений.

Небольшое количество различий между спортсменами с разными спортивными достижениями в статичных и условно-динамичных видах спорта позволяет предположить, что образные репрезентации в этих видах спорта могут характеризоваться особой спецификой, недостаточно учтенной в данной методике. В связи с этим для этих двух групп спорта были отдельно выделены те пункты, на которые кмс и мс отвечали иначе, чем спортсмены без разряда и 1-3 разрядов (значимо или на уровне тенденции, $p<0,15$), и затем проверена их общая согласованность как особых симптомокомплексов.

Симптомокомплексы репрезентаций спортивной деятельности и себя в ней в статичных видах спорта. В группе спортсменов статичных видов спорта было выделено 15 пунктов, касающихся репрезентации себя в спорте, достаточно согласованные во всех пяти группах (альфа Кронбаха 0,87 в статичных видах спорта и 0,79-0,83 в других группах), а также 5 пунктов, касающихся репрезентации спортивной деятельности в целом (альфа Кронбаха 0,79 в

статичных видах спорта, 0,60 в группе одиночных динамичных видов спорта в условиях неопределенности, 0,70-0,74 в других группах).

В статичных видах спорта кмс и мс ниже оценивают важность этих репрезентаций в своем виде спорта и то, насколько они это делают ($t=2,70$, $p<0,05$, $\eta^2=0,16$ и $t=4,21$, $p<0,01$, $\eta^2=0,31$, соответственно), тогда как в других видах спорта различий не выявлено. Как и по ряду основных субшкал опросника, мужчины немного выше оценивают важность репрезентаций и свои возможности по этому симптомокомплексу ($F=10,95$, $p<0,01$, $\eta^2=0,03$ и $F=7,45$, $p<0,01$, $\eta^2=0,02$, соответственно), чем женщины, однако эти различия невелики.

В группе спортсменов условно-динамичных видов спорта не было выявлено какого-либо устойчивого симптомокомплекса единого направления (выявленные пункты не только относились к разным субшкалам и не имели единого содержания, но и не были согласованы между собой).

Опыт спортивной деятельности и образные репрезентации у спортсменов

В целом по выборке опыт спортивной деятельности (количество лет) был слабо связан с большей субъективной важностью игрового интеллекта ($r=0,11$, $p<0,05$) и мотивационно-личностных аспектов ($r=0,12$, $p<0,05$) для победы.

Корреляционный анализ отдельно в группах спортсменов, занимающихся различными видами спорта, показывает, что опыт спортивной деятельности связан с образными репрезентациями в одиночных динамичных видах спорта в условиях неопределенности. В частности, чем дольше эти спортсмены занимаются своим видом спорта, тем более важными для победы они считают репрезентации всех аспектов, кроме социальных и эмоциональных ($r=0,19$-$0,32$, $p<0,05$), а также выше оценивают свои возможности репрезентации пространственных, информационных, энергетических аспектов выступления (соревнования), а также игрового интеллекта ($r=0,17$-$0,25$, $p<0,05$).

В одиночных динамичных видах спорта в заданных условиях больший опыт спортивной деятельности связан с оценкой мотивационно-личностных аспектов как более важных для победы ($r=0,22$, $p<0,05$) и более высокими показателями собственных эмоциональных репрезентаций в спорте ($r=0,26$, $p<0,05$). В статичных видах спорта более опытные спортсмены ниже оценивают свои технико-тактические репрезентации ($r=-0,34$, $p<0,05$).

В работе координаты образных репрезентаций были выделены на основе теоретического анализа (Геллерштейн, 1930; Бернштейн, 1966; Анохин, 1968; Гальперин, 1968; Анохин, 1971; Боген, 1985; Цуканов, 2000; Климов, 2008; Веракса и др., 2016). Это означает, что ключевой психометрический подход к разработке методики был теоретическим, а включение пунктов в ту или иную субшкалу основано на их содержательной валидности, на логически понятной профессионалу отнесенности данного типа репрезентаций к репрезентации времени, пространства, своего эмоционального состояния и т.д. Хотя далее пункты, предложенные для каждой субшкалы, отбирались так, чтобы максимально дифференцировать людей с разными спортивными достижениями (подход «эмпирической подстройки»), и затем вновь отбирались таким образом, чтобы обеспечивать максимально возможную согласованность шкал во всех группах, содержательная валидность пунктов оставалась основным индикатором того, к каким субшкалам они относятся. Согласно полученным результатам, опросник образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов позволяет согласованно оценить репрезентации деятельности и себя в этой деятельности по временной, пространственной, информационной, технико-тактической, энергетической координатам, особенностям игрового интеллекта, а также мотивационно-личностным и эмоциональным особенностям. Менее согласована субшкала социального окружения, требующая доработки в дальнейших исследованиях.

Сравнение различных видов спорта показывает, что субшкалы достаточно согласованы при применении в динамичных и условно динамичных видах спорта. В статичных видах спорта согласованность ряда шкал низка (временной, информационной, энергетической и эмоциональной координат репрезентации профессиональной деятельности, а также пространственной и информационной координат репрезентации себя в спортивной деятельности), что может объясняться либо случайными колебаниями в связи с малочисленностью группы (в нее входило 42 спортсмена), либо тем, что данная типология репрезентаций в меньшей степени подходит для статичных видов спортивной деятельности. Вместе с тем, важно отметить, что статичные виды спорта характеризуются рядом особенностей, которые принципиально отличают их от динамичных видов. В первую очередь это характер спортивных навыков и окружения: это не контактные виды спорта (т.е. не нужно предвидеть поведение соперников), это не игровой спорт и не борьба (когда нужно удерживать и контролировать огромное количество информации, а также выстраивать стратегию), это не сложно-координационные виды спорта (которые требуют безукоризненного выполнения сложных моторных элементов). С физической точки зрения моторный навык в статичных видах спорта представляет собой, например, наведение на цель и нажатие курка. Доминирующую роль здесь играют внутренние ориентировки. Целесообразно предположить, что и образные репрезентации у представителей статичных видов спорта будут также отличаться.

Закономерно, что предложенные в работе координаты образных репрезентаций не дифференцированы в понимании самих спортсменов, о чем свидетельствуют высокие корреляции между различными субшкалами методики во всех группах.

Социодемографические факторы образных репрезентаций. Образные репрезентации спортивной деятельности не зависят от возраста респондентов.

Различия в образных репрезентациях между мужчинами и женщинами в целом невелики, однако носят системный характер. Независимо от вида спорта, женщины в целом ниже оценивают свои образные репрезентации большинства аспектов образных репрезентаций (кроме социального и эмоционального аспектов), чем мужчины. При этом представления о важности этих репрезентация для победы у мужчин и женщин различаются слабее: женщины придают меньшее значение временному, информационному и энергетическому аспектам репрезентации, игровому интеллекту. С нашей точки зрения, содержательная интерпретация этих различий требует дальнейших исследований. Возможно, женщины в целом более критичны к себе в оценке своего видения спортивной ситуации, или им сложнее дифференцировать различные аспекты в спортивной ситуации. Очевидно, что прямой связи со спортивными достижениями за этими гендерными различиями нет, поскольку в нашей выборке не было значимых различий между количеством мужчин и женщин с высокими спортивными достижениями. Учитывая то, что различия между образными репрезентациями спортсменов с различным уровнем спортивных достижений характерен для выборки в целом, включая как мужчин, так и женщин, можно предполагать, что спортивные достижения в целом связаны с определенными образными репрезентациями, наиболее важными для конкретного вида спорта, но у женщин эти репрезентации в среднем немного менее выражены, чем у мужчин.

Результаты исследования показали, что в динамичных видах спорта в условиях неопределенности спортсмены чаще, чем в других видах спорта, отмечают у себя образные репрезентации временного, пространственного, информационного, энергетического аспектов спортивной ситуации, а также игрового интеллекта. Это объясняется специфическими особенностями таких видов спорта, в частности, наличием большого количества комбинаторных ситуаций с высокой степенью неопределенности событий, а также сложностью и

комплексностью характера построения образных репрезентаций, которые учитывают ориентировку на множество факторов, как внешних (самой спортивной ситуации), так и внутренних (контроль за снарядом, положение тела; положение противника и др.).

В одиночных видах спорта спортсмены чаще говорят о мотивационно-личностных аспектах репрезентации, в групповых – о репрезентации социального окружения, что объясняется спецификой, присущей одиночным и групповым видам спортивной деятельности. В частности, для одиночных видов спорта, особенно в таких видах, как стрельба, критически значимо умение настраиваться на выступление/соревнование, концентрироваться. Тогда как в групповых видах спорта более важное значение имеет умение взаимодействовать в команде, понимать и антиципировать действия игроков.

Результаты исследования также показали, что в динамичных видах спорта в заданных условиях показатели репрезентаций временных, пространственных, информационных аспектов и игрового интеллекта ниже, а «пики» профиля отмечаются по репрезентации технико-тактической, энергетической составляющих и мотивационно-личностных аспектов. Это объясняется особенностями репрезентаций в данных видах спорта, поскольку, с одной стороны, они высоко ресурсозатратные, но с другой стороны, они характеризуются жестко заданной программой действий (к примеру, выступление фигуристов, гимнасток или синхронисток), а соответственно, им не нужно постоянно принимать решения о выборе действий (как в случае с динамичными видами в условиях неопределенности). В случае циклических видов спорта жесткая программа выступления отсутствует, но вместе с тем, используемая атлетом тактика и стратегия выступления имеет крайне важное значение на ровне с энергетической координатой.

В статичных видах спорта на первый план выходят технико-тактический и мотивационно-личностный аспекты репрезентации, тогда как репрезентации

временных, пространственных и эмоциональных аспектов менее выражены, чем в других видах спорта. Поскольку такие виды спорта характеризуются статичностью атлета, то есть минимальной двигательной активностью, то и пространственная координата не должна быть выражена. Эмоции, как правило, должны быть подавлены для лучшей концентрации внимания. Умение настраиваться на выступление имеет важное значение, а соответственно, и мотивационно-личностная координата. Такие виды спорта характеризуются достаточно стабильными внешними условиями спортивной ситуации; на формирование образных репрезентаций преобладающее значение имеют проприоцептивные и зрительные факторы (ориентировки); основную часть времени занимает ориентировка на внутренние факторы; моторное движение - выстрел, при этом занимает крайне малую часть.

В условно-динамических видах спорта «пик» профиля также относится к репрезентации технико-тактических аспектов; также относительно актуальны игровой интеллект, энергетический и пространственный аспекты. Это также объясняется особенностями представленных видов спорта, в частности, туризмом и спортивным ориентированием, что находит отражение и в особенностях образных репрезентаций.

Результаты исследования показали, что опыт спортивной деятельности связан с образными репрезентациями в одиночных динамичных видах спорта в условиях неопределенности. В частности, чем дольше эти спортсмены занимаются своим видом спорта, тем более важными для победы они считают репрезентации всех аспектов, кроме социальных и эмоциональных, а также выше оценивают свои возможности репрезентации пространственных, информационных, энергетических аспектов выступления (соревнования), а также игрового интеллекта. Это можно обосновать тем, что эмоциональная координата наименее связана с уровнем спортивного мастерства.

В одиночных динамичных видах спорта в заданных условиях больший опыт спортивной деятельности связан с оценкой мотивационно-личностных аспектов как более важных для победы и более высокими показателями собственных эмоциональных репрезентаций в спорте. В статичных видах спорта более опытные спортсмены ниже оценивают свои технико-тактические репрезентации.

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о том, что опросник образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов позволяет согласованно оценить репрезентации относительно себя, а также спортивной деятельности в целом по временной, пространственной, информационной, технико-тактической, энергетической координатам, особенностям игрового интеллекта, а также мотивационно-личностным и эмоциональным особенностям.

Сравнение репрезентаций у представителей различных видов спорта показывает, что субшкалы достаточно согласованы при применении в динамичных и условно динамичных видах спорта. В статичных видах спорта согласованность ряда шкал низка (временной, информационной, энергетической и эмоциональной координат репрезентации профессиональной деятельности, а также пространственной и информационной координат репрезентации себя в спортивной деятельности), что может объясняться либо случайными колебаниями в связи с малочисленностью группы.

Различия в образных репрезентациях между мужчинами и женщинами в целом невелики, однако носят системный характер. Независимо от вида спорта, женщины в целом ниже оценивают свои образные репрезентации большинства аспектов образных репрезентаций (кроме социального и эмоционального аспектов), чем мужчины.

Результаты исследования показали, что в динамичных видах спорта в условиях неопределенности спортсмены чаще, чем в других видах спорта, отмечают у себя образные репрезентации временного, пространственного, информационного, энергетического аспектов спортивной ситуации, а также игрового интеллекта. В одиночных видах спорта спортсмены чаще говорят о мотивационно-личностных аспектах репрезентации, в групповых – о репрезентации социального окружения, что объясняется спецификой, присущей одиночным и групповым видам спортивной деятельности. Результаты исследования также показали, что в динамичных видах спорта в заданных условиях показатели репрезентаций временных, пространственных, информационных аспектов и игрового интеллекта ниже, а «пики» профиля отмечаются по репрезентации технико-тактической, энергетической составляющих и мотивационно-личностных аспектов. В статичных видах спорта на первый план выходят технико-тактический и мотивационно-личностный аспекты репрезентации, тогда как репрезентации временных, пространственных и эмоциональных аспектов менее выражены, чем в других видах спорта. В условно-динамических видах спорта «пик» профиля также относится к репрезентации технико-тактических аспектов; также относительно актуальны игровой интеллект, энергетический и пространственный аспекты.

Таким образом, полученные результаты подтверждают, что опросник образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов может быть использован в качестве инструмента диагностики особенностей образных репрезентаций у спортсменов как в отношении себя, так и в отношении репрезентации собственно спортивной деятельности.

2.3. Специфика формирования образных репрезентаций в детско-юношеском спорте у начинающих спортсменов 6-10 лет

В спортивной сфере, особенно в детско-юношеском направлении, отбор юных спортсменов в школы и клубы осуществляется на основе уровня развития двигательных навыков. Тренеры и руководители команд часто пытаются предугадать развитие и профессиональный рост спортсмена, опираясь на определенные характеристики выполнения игровых или спортивных действий. Однако, по нашему мнению, такая точка зрения не всегда является оправданной. Е.А. Климов отмечал, что важным является не отбор, а подбор спортивной деятельности с учетом индивидуальных особенностей человека (Климов, 1996).

Л.С. Выготский (1983) в рамках своей культурно-исторической теории подчеркивал дуализм между природным и социальным, внутренним и внешним. По его мнению, внешнее, социальное, переходит во внутреннее. Такой процесс называется интериоризацией и описывает общий механизм формирования высших психических функций.

В самом начале обучения преобладающим видом внимания является непроизвольное внимание, физиологической основой которого служит ориентировочный рефлекс павловского типа - «что такое?». Ребенок в этом возрасте еще не может управлять своим вниманием. Даже при сосредоточении внимания, младших школьников легко отвлечь, они часто не замечают главного и существенного, отвлекаясь на отдельные, броские, заметные признаки в вещах и явлениях.

В течении первых лет обучения у младших школьников активно происходит процесс формирования произвольности в целом и произвольного внимания в частности. Это связано с общим интеллектуальным развитием ребенка, с формированием познавательных интересов и развитием умения работать целенаправленно.

Самоорганизация ребенка не происходит сама по себе, она является следствием организации, первоначально создаваемой и направляемой взрослыми, учителем, тренером.

Таким образом, в младшем школьном возрасте (7-10 лет) происходит интенсивное интеллектуальное развитие детей, связанное прежде всего с формированием произвольной регуляции познавательных психических процессов.

А.Н. Вераксой с коллегами (2014) показано, что использование символического опосредствования позволяет детям дошкольного и младшего школьного возраста эффективно осваивать новое содержание в различных видах деятельности. Спортивная деятельность не является исключением.

Традиционно в качестве функции символа выделяют репрезентативную функцию, которая заключается в том, что символ позволяет человеку представлять другой объект или реальность. Символическая репрезентация и репрезентация знаковая отличны тем, что, символ характеризуется двойственной предметностью: объективной и субъективной. С помощью объективного символического опосредствования познаются отношения между элементами ситуации неопределенности, а с помощью субъективного символа передается отношение субъекта к ситуации.

Символическое опосредствование оказывается эффективным инструментом ориентировки в ситуации неопределенности и может применяться в обучении дошкольников и школьников. Оно актуализируется в условиях субъективного дефицита знаковых средств, необходимых для решения задачи. Для детей дошкольного и младшего школьного возраста в качестве такой ситуации выступает игровая ситуация.

Применение символических средств в образовательной деятельности с дошкольниками и младшими школьниками сопровождается процессами трансформации, ключевым аспектом которых является переход от символа к метафоре, а затем к знаку. Изменение значения символа в ходе его использования

является отличительной чертой, которая выделяет употребление символа на фоне использования знака.

Двойственная природа символа предполагает наличие двух стратегий символического посредничества для решения познавательных задач у дошкольников и младших школьников в условиях неопределенности: объективной и субъективной. Организованная ориентировка через объективное символическое посредничество помогает отражать ключевые характеристики изучаемого материала в разных видах деятельности и служит психологическим условием для перехода от символической к знаковой репрезентации. Это дает возможность использовать символ как инструмент для формирования образов, понятий и навыков.

В этой связи нами сделано предположение о том, что формирование системной образной репрезентации, в детском возрасте будет проходить эффективнее с помощью использования метафоры по сравнению с использованием знаковых средств. Как было показано выше, формирование мысленного образа действия на основе использования метафоры происходит имплицитно, то есть не предполагает развернутого сознательного контроля над каждым действием, входящим в отрабатываемое спортивное действие, которое в дальнейшем будет автоматизироваться и превращаться в навык. Поскольку в старшем дошкольном и младшем школьном возрастах только начинает формироваться когнитивный контроль, то регуляторные функции, соответственно, еще не до конца развиты, детям сложно усваивать новые знания, включая двигательные навыки, с использованием знаковых средств, предполагающих последовательное развертывание и запоминание последовательности всех входящих в знание компонентов (то есть модели знания/действия/навыка) (Панфилова и др., 2024). Детям в данном возрасте проще усваивать знание или навык имплицитно, например, на основе игры.

Формирование любого двигательного навыка может происходить либо на основе уже существующих двигательных программ, либо такие двигательные программы будут формироваться впервые. При этом овладение абсолютно новым движением будет сопровождаться высокими ресурсными затратами и сознательным контролем.

Стоит отметить, что у взрослого человека в двигательной системе накоплен значительный «архив» двигательных программ, которые он может эффективно использовать для овладения новыми движениями и навыками. У детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста такого «архива» двигательных программ еще не накоплено, поэтому практически любое новое движение формируется впервые.

Таким образом, поскольку в старшем дошкольном и младшем школьном возрастах еще только начинает развиваться саморегуляция и когнитивный контроль, а также в связи с недостаточным развитием «архива» уже сформированных двигательных программ, мы приходим к выводу о том, что в таком возрасте эффективнее использовать имплицитные методы обучения, в том числе для овладения спортивными действиями. Мы полагаем, что на основе использования такого обучения будут сформированы наиболее эффективные и репрезентативные образы. Дети более старшего возраста характеризуются развитием саморегуляции, а также когнитивного контроля в связи с развитием лобных отделов коры больших полушарий, кроме того у них уже сформирован достаточных набор двигательных программ, что в свою очередь позволяет им успешно осваивать двигательные навыки на основе использования символических средств, так и на основе знаковых средств.

2.3.1. Участие системы зеркальных нейронов в моторном обучении у начинающих спортсменов, в том числе в детско-юношеском возрасте

Некоторые процессы и явления, связанные с двигательной системой человека, являются врожденными. Так, например, показано, что младенцы уже в первые минуты после родов способны имитировать некоторые движения взрослых (Meltzoff, 1990). Это в свою очередь говорит о врожденности ряда двигательных программ (самых элементарных), а также системы зеркальных нейронов и схемы тела. Но важно отметить, что младенцы могут повторять, то есть отзеркаливать только те движения, которые являются врожденными. Соответственно сложные движения они повторить, отзеркалить, не могут. По мере онтогенетического развития, включая развитие мозга и моторной системы в целом – становится возможным выполнять более сложные двигательные программы. Это приводит к тому, что дети могут копировать более сложные движения и двигательные программы.

Важно отметить, что в онтогенетическом развитии мозга позже всего происходит развитие лобных отделов коры больших полушарий (Семенова, 2005), а также таламо-фронтальной ассоциативной системы – областей мозга, связанных с развитием саморегуляции и когнитивного контроля, а также имеющих критически важное значение в моторном обучении на основе эксплицитных (явных) знаний. Когда мы рассматриваем процесс формирования произвольных движений у взрослого человека – сначала формируется программа в таламо-фронтальной ассоциативной коре, которая затем переходит в комплекс отдельных движений и передается в премоторную кору, а затем – в моторную, нейроны которой уже направляют импульсы в передние рога спинного мозга, а затем – на сами мышцы (Поликанова, Леонов, 2023).

Как было ранее показано, эксплицитное (явное) моторное обучение характеризуется смещением активации по мере консолидации следов памяти от

ассоциативных зон коры к сенсомоторным областям стриопаллидарной системы, что в свою очередь свидетельствует о сохранении моторных навыков в сенсомоторных областях базальных ганглиев, способствуя быстрому выполнению упражнений.

У детей старшего дошкольного возраста 6-7 лет еще не окончательно сформирована фронтальная кора больших полушарий и ее нейронные связи с другими отделами коры и структурами мозга, а также не до конца развиты ассоциативные зоны, базальные ганглии и другие структуры, в связи с чем саморегуляция и сознательный контроль развиты недостаточно хорошо (Семенова с соавт., 1990).

Таламо-фронтальная ассоциативная система – это важный двигательный центр, расположенный в лобной коре (Батуев, 1981; Nauta, 1971; Pribram, 1998). Эта область связана с формированием программ произвольных движений на основе доминирующей мотивации и прошлого жизненного опыта, которая играет крайне значимую роль при формировании новых двигательных навыков. Она опосредует мотивационные влияния на организацию поведения в целом благодаря связям с другими ассоциативными областями и подкорковыми структурами. Морфофункциональное созревание нейронных связей к 6 годам обеспечивает начало развития таламо-фронтальной ассоциативной системы. Эта система включает префронтальную кору, медиодорзальное ядро таламуса и связи между ними (Батуев, 1981; Nauta, 1971; Pribram, 1998).

Согласно электрофизиологическим исследованиям мозговой активности у детей 5-6 летнего возраста выявлены паттерны, свидетельствующие о морфофункциональной незрелости таламо-фронтальной ассоциативной системы в таком возрасте (Мачинская, 2001). Эта проявляется в билатерально синхронной электрической активности в лобных и центральных отведениях в тета-диапазоне (иногда в дельта-диапазоне). У детей 6-7 летнего возраста такие паттерны отсутствуют, что объясняется созреванием к данному возрасту таламо-

фронтальной ассоциативной системы: медиодорзального ядра таламуса (Амунц, 2000), префронтальной коры (Семенова с соавт., 1990).

Однако формирование более специализированных систем связей фронтальной коры с другими структурами мозга происходит только к 7-8 годам, что проявляется в уменьшении числа синапсов в префронтальной коре (Huttenlocher, Dabholcar, 1997), а также специализации лобных областей и усилении их роли в реализации психических функций (Фарбер, 2003). К 9-10 годам происходит развитие процессов произвольной регуляции и обеспечивающих их мозговых механизмов, включая функции программирования, регуляции и контроля деятельности (Семенова, 2005).

Таким образом, мы видим, что созревание критически важных для осуществления когнитивной деятельности мозговых структур заканчивается только к 9-10 годам. Поэтому любая когнитивная деятельность в таком возрасте принципиально отличается от такой же деятельности у взрослых – связано ли это с освоением моторных навыков или каких-либо других навыков. Это означает, что используемые для обучения методы и инструментарии должны соответствовать уровню когнитивного развития ребенка. В нашем понимании одним из оптимальных методов обучения детей старшего дошкольного или младшего школьного возрастов, включая моторное обучение, является использование имплицитного подхода, в частности, обучения по аналогии.

Таким образом, на основе изложенного мы можем предположить, что система зеркальных нейронов может играть важную роль, в том числе в моторном обучении детей старшего дошкольного и младшего школьного возрастов. Поскольку окончательное формирование лобных отделов коры, включая таламо-фронтальную ассоциативную систему, происходит только к 9-10 годам. И поскольку эта система является критически значимой для приобретения моторных навыков на основе эксплицитного знания, то более целесообразным и эффективным является использование имплицитных методов моторного

обучения в детском возрасте, включая обучение по аналогии, поскольку такие методы апеллируют к работе системы зеркальных нейронов. По мере роста и развития у ребенка накапливается архив различных двигательных программ и сформированных моторных навыков. Это означает, что они могут повторять, или «отзеркаливать», все более сложные движения. Таким образом, система зеркальных нейронов позволяет облегчить процесс целенаправленного формирования движений у детей дошкольного и младшего школьного возрастов.

2.3.2. Использование знаково-символических средств для освоения спортивных навыков в детско-юношеском возрасте

В спортивной психологии важное значение имеет классификация моторного обучения на имплицитное и эксплицитное. Имплицитное (скрытое, неявное) обучение происходит бессознательно, пассивно (без использования инструкций или правил), оно минимально задействует такие когнитивные процессы, как внимание и рабочая память. Результатом имплицитного обучения являются абстрактные представления об осваиваемом моторном навыке, которые не поддаются вербализации. Наиболее часто используемым типом имплицитного обучения является обучение по аналогии. Эксплицитное знание, наоборот, поддается осознанию и вербализации, но в то же время оно ресурсозатратно со стороны произвольного внимания и рабочей памяти. В спортивной практике ведутся дискуссии относительно того, какой подход является более эффективным. Это связано, в том числе с тем, что даже профессиональные спортсмены в условиях высокого стресса могут показывать снижение эффективности выполнения спортивной деятельности. Некоторые ученые объясняют такое ухудшение результативности атлетов воздействием стресса, в результате которого наблюдается сбой работы автоматического выполнения навыка и происходит апеллирование к эксплицитным знаниям - инструкциям, на

основе которых было изначально освоено моторное движение. Таким образом, в целях противодействия стрессовым факторам нужна минимизация эксплицитного знания, а соответственно и эксплицитного обучения.

В работах Мастерса и Пултона (Masters, Poolton, 2006) показано, что если моторный навык получен явно (эксплицитно), с высоким содержанием декларативных знаний, то условия двойной задачи могут нарушить выполнение движения. В том случае, если моторный навык освоен с помощью аналогичной инструкции (имплицитно), при низком содержании декларативного знания, то на производительность действия не влияют условия выполнения двойной задачи.

В исследовании Пултона и его коллег (Poolton et al., 2006) также была продемонстрирована эффективность имплицитной стратегии по сравнению с эксплицитной в условиях выполнения сложных задач. Авторы выдвинули гипотезу о том, что имплицитное моторное обучение на основе аналогии может снизить ресурсозатраты, связанные с обработкой моторных реакций при принятии сложных решений. В рамках исследования испытуемые обучались выполнять подачу в настольном теннисе либо на основе аналогии (имплицитное обучение), либо с использованием письменных инструкций (эксплицитное обучение).

Моторные навыки оценивались в двух условиях: когда решения о направлении удара по мячу были простыми, либо сложными. В простых условиях о выборе направления удара характер обучения (имплицитный или эксплицитный) не оказал влияния на результативность. В условиях с высокой сложностью принимаемых решений испытуемые, обучаемые эксплицитными методами (на основе инструкции), показали значимое ухудшение результативности по сравнению с теми, кто обучался на основе аналогии. Таким образом, авторы показали важность имплицитного обучения в моторных задачах, ассоциированных с одновременным принятием решений и выполнением моторных действий.

Предпочтение использования имплицитной или эксплицитной стратегии может определяться различными факторами, в частности, как показано в работе Максвела с коллегами (Maxwell, Masters, Eves, 2000) - количеством совершаемых испытуемыми ошибок во время обучения. Авторы предполагали, что испытуемые, допускающие больше ошибок, будут применять эксплицитную стратегию обучения в целях исправления количества ошибок в процессе обучения, что позволит создать пул вербализуемых правил и продемонстрировать спад производительности в двухзадачных условиях, характерных для явного способа обучения. Также авторы предполагали, что уменьшение числа ошибок в процессе обучения сведет к минимуму участие эксплицитной стратегии обучения, характеризующегося небольшим числом правил, поддающихся вербализации, и высокой эффективностью работы при выполнении второстепенных задач. Проведенное исследование подтвердило эти прогнозы. Был сделан вывод о том, что уменьшение числа ошибок в процессе обучения стимулирует использование неявных (имплицитных) процессов обучения, которые при отвлечении внимания практически не влияют на результативность.

Освоить моторный навык имплицитным способом можно на основе использования парадигмы двойной задачи – при которой испытуемые выполняют моторное движение (например, повторяют за тренером) и параллельно выполняют второстепенную задачу (например, когнитивную задачу). В результате такого освоения навыка исполнители мало что знают о базовых структурах правил, регулирующих механику их движений. Моторные навыки, полученные таким образом, обладают рядом преимуществ, в частности, устойчивостью к воздействию стрессовых факторов. Однако такие навыки могут обладать рядом недостатков, в частности, тормозящим воздействием вторичных заданий на процесс обучения.

Вместе с тем, такой подход сложно применим в реальной спортивной практике с прикладной точки зрения, поскольку такая методология является

обременительной, утомительной, а также может снизить мотивацию у начинающих спортсменов. В качестве решения проблемы Лиао с коллегами (Liao, Masters, 2001) предлагается использование обучения по аналогии, или метафоры. Авторы полагают, что такой тип имплицитного обучения будет более эффективным, поскольку, с одной стороны, дается понятная схема действия – аналогия или метафора, а с другой стороны – такая схема не позволяет вербализовывать правила выполнения навыка.

Особенно эффективно метафоры применяются в детско-юношеском спорте. Их использование в процессе спортивной подготовки является действенным инструментом для работы с эмоциональным состоянием спортсмена. В некоторых случаях метафора становится единственным способом, с помощью которого атлет может выразить свои переживания и эмоции (Ruiz, Hanin, 2004).

В исследовании, проведенном Линдсей и его коллегами (Lindsey et al., 2010), было продемонстрировано, что метафоры, используемые спортсменами, связаны с определенными образами и эмоциями. Изменение этих метафор может повлиять на чувства и отношение атлета к ситуации, в которой они применяются. Приведем несколько примеров исследований использования метафоры для освоения двигательных навыков у юных спортсменов.

В работе Эфран с коллегами (Efran et al., 1994) изучалась эффективность использования метафоры для обучения детей 10-17 лет игре в теннис. Участники были разделены на экспериментальную группу (41 ребенок) и контрольную группу (28 детей), которые проходили одинаковое количество тренировок в течение трех недель. В экспериментальной группе детям представили метафору, помогающую сосредоточиться и игнорировать отвлекающие мысли и окружающую обстановку. Для младших школьников использовалась метафора «пузыря», для старших – «кокона», а для старшеклассников – «хризалида» (куколка насекомых). Учащимся предлагали представить, что они находятся в пузыре, где все отвлекающие факторы остаются за его пределами, а внутрь

попадают только мяч и ракетка. Результаты показали, что участники экспериментальной группы стали лучше концентрироваться и демонстрировать более адекватное и зрелое поведение, а также повышенную мотивацию по сравнению с контрольной группой, согласно оценкам тренеров.

Еще пример успешного использования метафоры для отработки спортивных навыков можно привести в фигурном катании. Палмер (Palmer, 1992) разработал систему освоения программы, которая включает четыре основных компонента: ключевые слова, обозначающие конкретные элементы катания; мысленное представление фигур; активацию чувственных переживаний, связанных с выполнением каждого элемента; а также синхронизацию времени реального исполнения элемента и его визуализацию на бумаге.

В исследовании Гарза и Фелца (Garza, Feltz 1998) была использована описанная система. В рамках работы была проанализирована эффективность знаковой репрезентации у 27 фигуристок в возрасте от 10 до 18 лет, которые были разделены на две группы. Экспериментальная группа использовала метод рисования. Сначала участницы перечисляли все элементы своей программы и подбирали к ним ключевые слова, затем визуализировали своё выступление. После этого включалась музыкальная композиция, и фигуристки зарисовывали свою программу, произнося вслух ключевые слова, соответствующие каждому элементу. При этом скорость рисования соответствовала темпам реального исполнения элементов на льду, а нарисованные элементы должны были пространственно соответствовать фактическому исполнению. Участницы экспериментальной группы выполняли данное упражнение ежедневно в течение месяца, в то время как контрольная группа занималась растяжкой столько же времени. По оценкам тренеров, фигуристки экспериментальной группы значительно улучшили свои показатели прыжков и вращений по сравнению с участницами контрольной группы. В описанной работе показана эффективность

использования знаковой образной репрезентации, которая представляет собой модель ситуации.

Можно привести также другой пример использования метафоры в качестве символической модели ситуации. В работе Пултона с коллегами (Poolton et al., 2006) проводилось обучение настольному теннису, в котором участники были разделены на две группы. Все испытуемые имели единую цель – научиться выполнять удары так, чтобы мяч попадал в определённую область. Первой группе предоставлялась полная и детальная инструкция по технике игры. Участники второй группы получали символическую инструкцию, в которой им предлагалось представлять, что они перемещают ракетку, как будто она поднимается по склону горы. После одинакового количества тренировок обеим группам ставились две задачи: легкая и сложная. Легкая задача заключалась в том, чтобы отбивать мячики двух цветов: белые – в правую часть стола, а желтые – в левую. Сложная задача была аналогичной, но с изменением соотнесения цвета мячиков и частей стола каждые два удара.

При выполнении легкой задачи участники обеих групп показали схожие результаты. Однако в сложной задаче группа, получавшая инструкцию в виде аналогии, достигла значительно лучших результатов. Авторы предполагают, что это связано с тем, что метафора, использованная в инструкции, не нагружает рабочую память.

Веракса А.Н. (2010, 2011, 2016) полагает, что может быть и другое объяснение данного феномена. Когда испытуемый или спортсмен получает инструкцию в полном объеме, это подразумевает формирование образа действий на основе представленных значений. Однако условия выполнения двигательной задачи постоянно меняются — изменяется обстановка, окружение и состояние самого субъекта. В результате спортсмен сталкивается с несоответствием между созданным им двигательным образом и реальным выполнением действия, что приводит к необходимости корректировки образа (отклонению от инструкции) и,

как следствие, снижению эффективности выполнения. В случае, когда испытуемому предлагается метафора, он формирует двигательный образ, основываясь на конкретной задаче, что позволяет ему адекватно адаптироваться к требованиям ситуации.

В психологии спорта метафоры часто применяются в контексте различия между эксплицитным и имплицитным обучением. Эксплицитное обучение включает в себя предоставление полной и детализированной инструкции, в то время как имплицитное происходит без сознательного контроля и анализа. Знания, полученные эксплицитным способом, доступны для сознательного восприятия и могут быть вербализованы (Liao, Masters, 2001, p.307).

В контексте данного подхода ключевым является предположение Мастерса (Masters, 1992), согласно которому снижение эффективности выполнения спортивного действия под воздействием стрессовых факторов связано с обращением к эксплицитному знанию. Когда спортсмен достигает автоматического выполнения моторного навыка благодаря эксплицитному обучению, в стрессовой ситуации может произойти сбой автоматизма, что приведет к необходимости задействовать ресурсы для воспроизведения эксплицитного знания. Поэтому, по мнению R.Masters (Masters, 1992), эффективным способом противодействия стрессовым факторам будет минимизация эксплицитного знания и, соответственно, эксплицитного обучения.

В работе Лиао с Мастерсом (Liao, Masters, 2001) изучалась эффективность имплицитного обучения на примере настольного тенниса. В исследовании приняли участие студенты, не имевшие ранее опыта игры в настольный теннис. Основная задача, которая ставилась перед испытуемыми, заключалась в отбивании шарика в определенные зоны.

Испытуемые были разделены на три группы в зависимости от метода обучения. Первая группа обучалась с использованием аналогий: испытуемым давали инструкцию рисовать в воздухе прямоугольный треугольник ракеткой и

наносить удар, когда ракетка проходит по воображаемой гипотенузе. Вторая группа обучалась по эксплицитному подходу, где испытуемые формулировали 12 основных техник удара. Третья группа проходила имплицитное обучение, которое не включало конкретных инструкций по выполнению удара; вместо этого испытуемым предстояло одновременно произносить буквы алфавита со скоростью одна буква в секунду. После завершения обучения (6 серий по 50 ударов) испытуемые заполнили опросник для оценки усвоенных знаний.

Результаты исследования показали, что группа, обучавшаяся с использованием эксплицитного подхода, продемонстрировала наилучшие знания о технике выполнения удара, в среднем сформулировав около шести правил. В то же время две другие группы показали значительно более низкий уровень осведомленности, каждый участник смог описать лишь около одного правила. Авторы исследования предположили, что недостаточная осведомленность о процессе освоения навыков у испытуемых, обучавшихся по аналогии, может сделать их более устойчивыми к стрессовым ситуациям по сравнению с участниками группы эксплицитного обучения.

Для проверки данной гипотезы все три группы подверглись стрессовому воздействию, которое заключалось в том, что испытуемым сообщили о том, что их результаты оказались ниже ожиданий экспериментатора. В связи с этим их попросили приложить больше усилий для достижения лучших результатов. Результаты исследования показали, что в условиях стресса наилучшие результаты продемонстрировала группа, обучавшаяся с использованием аналогий, в то время как группа, проходившая эксплицитное обучение, показала ухудшение своих показателей (Liao, Masters, 2001). Таким образом, авторы доказывают гипотезу о том, что менее осознанное знание меньше подвергается стрессовому воздействию.

Похожие результаты были получены Максвеллом и его коллегами в исследовании, посвященном обучению игре в гольф (Maxwell, 2000). В условиях

эксплицитного обучения у участников формируется устойчивый двигательный образ только после множества повторений. Однако в сложной (стрессовой) ситуации этот образ требует адаптации, что приводит к снижению эффективности движений. В случае, когда для обучения использовалась метафора, испытуемый интерпретировал этот образ в контексте конкретной двигательной задачи, наполняя его значениями, соответствующими ситуации.

Таким образом, из приведенных примеров видно, что метафора эффективна для освоения спортивных (двигательных) навыков. Тем не менее, важно различать знаковую репрезентацию (которая является моделью реального действия) и символическую образную репрезентацию, где образ включает не только когнитивные, но и эмоциональные аспекты, которые труднее «перевести» на язык реальной ситуации.

На основе изложенной информации мы можем сделать несколько выводов. Во-первых, моторное обучение делится на имплицитное (неявное) и эксплицитное (явное). В первом случае у человека формируются абстрактные невербализированные представления о навыке, а во втором, наоборот, набор вербализованных правил. При выполнении моторного навыка в обычных условиях не имеет значения, каким способом получены знания – имплицитным или эксплицитным. Однако в стрессовых условиях, а также в условиях необходимости одновременного решения нескольких задач более эффективным и стабильным является навык, полученный имплицитными методами. Кроме того, имплицитный подход является более эффективным в случае различных двигательных нарушений за счет меньшей ресурсозатратногости со стороны сознания и рабочей памяти. В спортивной практике использование имплицитного обучения на основе аналогии (метафоры) для приобретения двигательных навыков также будет более эффективным и целесообразным по сравнению с классическими имплицитными методами на основе двойной задачи. Изучение особенностей использования метафоры в разных возрастах позволило

нам предположить, что метафора может не только выступить эффективном средством для освоения спортивного навыка юными спортсменами, но и показать большую эффективность в сравнении со знаковыми средствами. Таким образом для исследования формирования образных репрезентаций в детском возрасте нами был выбран метод использования метафоры.

2.4. Формирование репрезентативных образов в детско-юношеском спорте

2.4.1. Использование мысленных образов юными спортсменами

Исследования по интервенции образов, проводившиеся с молодыми спортсменами, показали, что благодаря образам можно добиться увеличения эффективности спортивных задач, коллективной эффективности и самоэффективности (Guerrero, 2015).

Исследование M. Guerrero, D. Tobin, K. Munroe-Chandler, C. Hall (Guerrero, 2015) было направлено на изучение у подростков эффекта интервенции образов и эффекта внутренней мотивации занятий спортом. В нем приняли участие 59 участников, школьников мужского (23) и женского (36) пола в возрасте от 9 до 11 лет. Оценивалась внутренняя мотивация детей к занятию активной игрой при помощи субшкалы внутренней мотивации (Intrinsic Motivation subscale) (4 пункта), взятой из шкалы ситуационной мотивации (Situational Motivation Scale). SIMS – это 16-пунктный опросник, описывающий четыре измерения мотивации: внутреннюю мотивацию, определенную регуляцию, внешнюю регуляцию и отсутствие мотивации. Основной вопрос «Почему Вы сейчас заняты активной игрой?».

Авторы определили активную игру для участников как неорганизованную физическую активность, осуществляющуюся в свободное время поодиночке или

с друзьями, братьями и сестрами. Уровни активной игры были объективно оценены при помощи YamaxDigi-WalkerCW701 шагомера (Yamax Corp., Tokyo, Japan), который измеряет шаги и сохраняет результаты на 7 дней и 2 недели.

Образная способность детей была оценена при помощи опросника образных действий для детей (Movement Imagery Questionnaire for Children), являющегося модифицированной версией MIQ-3, созданного для оценки образной способности взрослых. MIQ-C состоит из 12 пунктов и измерений индивидуальной способности отображать четыре движения при помощи трех типов образов: кинестетических, внутренних и внешних. Участников просили оценить их способность отображать каждое движение по семибалльной шкале Лайкерта, ранжированной от 1 (очень тяжело) до 7 (очень легко).

Текущие уровни физической активности участников были оценены при помощи опросника физической активности для детей старшего возраста (Physical Activity Questionnaire for Older Children). PAQ-C – это девятипунктный опросник для измерения уровня недельной физической активности детей школьного возраста (4-8 классы).

Ученики были случайно распределены в образную и контрольную группу на первой неделе (преинтервенция, preintervention). Все участники получали шагомеры, которые они должны были носить в течение следующих 8 дней. До начала фазы интервенции авторы встретились с участниками образной группы для обсуждения инструкций образов.

Начало сценария содержало инструкцию испытуемым найти спокойное место, расслабиться и, если они хотят, закрыть глаза, как только они услышат аудиозапись. Было дано короткое описание активной игры и образов в качестве напоминания для детей, потом следовали примеры каждого. Локации, в которых проводилась активная игра, включали парк, школьный двор и любую открытую площадку (например, детский задний двор). Далее в сценарии давалось описание ребенка, приходящего на место, выполняющего двигательные навыки (т.е.

будучи активным) и успокаивающегося. Половина образных сценариев поощряли детей воображать игру с другими (например, друзьями, родственниками). Сценарии также содержали аффективные утверждения об их опыте воображения (например, «думай о том, как сильно тебе нравится быть активным в парке» и «Представь всю радость и счастье, которые ты ощущаешь, будучи активным»), и все сценарии образов заканчивались ожиданием следующего раза, когда ребенок примет участие в активной игре. Сценарии образов были примерно 5 минут длиной и представлены в виде аудиозаписи.

Участники в контрольной группе прослушали две, соответствующие возрасту, короткие истории, взятые из детской книги.

Проведен дисперсионный анализ 2 (группа: образная и контрольная) x 2 (время: пре- и постинтервенция) с повторяющимися измерениями, чтобы изучить эффект влияния интервенции образов на уровень активной игры детей. Результаты показали, что уровень активной игры был выше в группе образов (M = 10247.67, SE = 399.77) по сравнению с контрольной группой (M = 8828.52, SE = 450.38).

Результаты показали, что интервенция сильно предопределила внутреннюю мотивацию, в которой участники, прошедшие интервенцию образов, имели более высокий уровень внутренней мотивации после завершения интервенции, чем в контрольной группе.

Данное исследование имеет 2 цели. Первая цель – изучить эффект шестинедельной управляемой образной интервенции на объективно оцениваемый уровень активной игры детей. Авторы предположили, что дети в группе образов показали бы более высокий уровень активной игры в конце интервенции в сравнении с контрольной группой. Результаты данного исследования подтвердили эту гипотезу. После завершения интервенции дети в группе образов имели более высокий уровень активной игры, чем в контрольной группе.

Видеозаписи, демонстрирующие правильное выполнение разнообразных навыков или движений, используются в психологических интервенциях, что способствует удачному выступлению спортсмена. На видеозаписи, связанной с мысленными образами, атлет наблюдает другого спортсмена, выполняющего какое-либо движение или навык. Видеоряд для элитных спортсменов, являющихся профессионалами и качественно выполняющих действия, просто включает отредактированные примеры наиболее успешной реализации ими различных задач. Идея в том, что идеальное или близкое идеальному выполнение навыка становится мысленным образом, который используется в ментальном повторении.

Еще одной причиной эффективности использования видеозаписи для улучшения выступления является тот факт, что просмотр правильного выполнения различных двигательных задач повышает вероятность правильного выполнения действия спортсменом. В то время, как мысленное представление некорректного выполнения может привести к снижению качества выступления на соревнованиях (Woolfolk, Parrish, Murphy, 1985).

Hall и Erffmeyer (Hall, Erffmeyer 1983) использовали видеозапись в исследовании релаксации и воображения, участниками которого являлись 10 баскетболисток колледжа. Экспериментальная группа смотрела видеозапись, где игрок выполняет 10 последовательных успешных бросков, после чего спортсменки мысленно представляли только что увиденные 10 ударов. Данная группа определенно улучшила свои показатели, чем группа, использовавшая только образы и релаксацию (без подкрепления видеозаписью). Suinn (Suinn, 1993) отмечает, что из-за маленькой выборки и отсутствия других доказательств, результат является интересным, но может быть только предварительным и требующим более подробных исследований.

Исследование, проведенное T. Kondo, M. Saeki, Y. Hayashi, K. Nakayashiki, Y. Takata (Kondo, 2015), было посвящено влиянию визуальной стимуляции и

мысленных образов на нейронную активность. Зависимая от событий десинхронизация (ERD, event-related desynchronization) электроэнцефалограммы (ЭЭГ) моторной коры связана с выполнением, наблюдением и мысленными образами моторных задач. Испытуемые, в течение четырех дней проводившие тренировки с просмотром видеороликов определенных движений, показали более значимое увеличение десинхронизации ERD на основе записи ЭЭГ при их мысленном исполнении по сравнению с группой, просматривавшей статическое изображения. В более ранней работе авторы показали такое же усиление десинхронизации при реальном выполнении движения (сгибание/разгибание руки).

В эксперименте с изучением мысленных образов движений приняли участие 12 здоровых участников, (6 женщин, возраст 19-27 лет). Участники были случайным образом распределены на две группы. В группе Р тренировка мысленных образов проводилась во время показа ряда фотографий предплечий, а в группе М – во время видеоклипа хватательных движений рук. На предплечья участников были надеты перчатки и черная рубашка, чтобы спортсмены ощутили сходство с руками, показанными на мониторе. Эксперимент состоял из четырех типов сессий: моторное выполнение, моторное наблюдение, тренировка ментальных образов, оценка ментальных образов. Всего было 8 сессий каждый день в течение 4 дней. Каждый день участники начинали с моторного выполнения и оценки мысленных образов, потом выполняли 5 тренировок ментальных образов и заканчивали оценкой образов.

Результаты исследования показали, что группа М за 4 тренировочных дня показала более сильную десинхронизацию (уменьшение мощности ЭЭГ в определенных частотных диапазонах) по сравнению с группой Р. Эта диссинхронизация проявлялась и при мысленном представлении двигательного навыка. Авторы заключают, что наблюдение за движениями может усиливать эффективность мысленных образов, а соответственно тренировки с мысленными

образами движений будут более эффективны при дополнительном предъявлении видеороликов того же движения.

Преимущества использования видеозаписи в спорте разнообразны. Во-первых, просмотр видеозаписи может быть полезной интервенцией для закрепления и улучшения уже имеющихся навыков. В этом случае может быть снижена физическая нагрузка, усталость и потенциально травмы во время тренировки. Согласно результатам Calvo-Merinoetal's (2005) и Calvo-Merinoetal's (2006) рекомендуется использовать видеоряд, который содержит навыки и движения, которые визуально и моторно знакомы спортсмену. Во-вторых, наблюдение за игрой двух команд, в частности, за их наступательными и оборонительными стратегиями или взаимодействием между двумя оппонентами, может позволить спортсменам воспринимать и оценивать действия других более эффективно. Понимание действий других людей в терминах кинематики движений позволяет спортсменам делать предсказания о целях их поведения; атлеты могут делать вывод о намерениях, лежащих в основе движений соперников. В-третьих, в спортивной реабилитации спортсмены могут восстанавливаться более быстро после просмотра разнообразных видеорядов, которые последовательно повторяются. Подобное наблюдение движений и действий может способствовать реорганизации, подкреплению и усилению моторной коры (Calvo-Merinoetal, 2006).

2.4.2. Формирование образных представлений у начинающих спортсменов на примере футбола

Как ранее нами было показано, дети старшего дошкольного и младшего школьного возраста характеризуются недостаточно развитыми когнитивными способностями и произвольным вниманием. В связи с этим эффективным методом обучения в таком возрасте, в том числе спортивным навыкам, может выступить метафора. Ее особенностью является схематичное символическое изображение двигательного действия, за счет чего характер обучения носит имплицитный характер, то есть заучиваемое движение не разбивается на последовательности более мелких движений, а усваивается целиком на основе символического опосредствования. Таким образом, ребенку не нужно запоминать последовательности движений, что с точки зрения физиологии ему крайне сложно сделать, а нужно только представить определенную метафору. Ниже представлены результаты нашего исследования (Veraksa et al., 2012).

В проведенном нами исследовании была изучена эффективность использования метафоры для освоения конкретных спортивных навыков в футболе по сравнению со знаковыми средствами. В исследовании приняло участие две возрастные группы детей: 6-7 лет и 9-10 лет.

Настоящее исследование проводилось на базе спортивной школы ЦО «Чертаново» и заключалось в изучении влияния метафоры на эффективность формирования спортивного навыка у детей старшего дошкольного возраста 6-7 лет (N=22; M=5.7 лет), а соответственно и на формирование у них образных представлений и репрезентативных образов. На момент проведения эксперимента все спортсмены тренировались на базе спортивной школы ЦО Чертаново не менее 8 месяцев.

Основная задача исследования, которая ставилась перед испытуемыми, заключалась в освоении с помощью знаково-символических средств конкретного

навыка – освоении попеременного ведения мяча внешней и внутренней стороной стопы одной ноги с последующим ударом по мячу в створ ворот. Уровень освоения навыка оценивался при этом экспертами.

Все испытуемые были поделены на две группы, а также уравнены по возрасту и уровню общефизической подготовки, в частности, по развитию быстроты, скорости, ловкости и выносливости – качеств, являющихся для футбола весьма значимыми. Внутри каждой группы уровень физической подготовки различался, поэтому для анализа результатов были выделены три группы подготовки: низкий, средний и высокий.

Две исследуемые группы отличались только характером обучения: с использованием знаковых средств (10 футболистов) или с помощью метафоры (12 футболистов). Процедура исследования была аналогичной для обеих групп испытуемых. В ходе исследования все спортсмены продолжали свои обычные физические тренировки в том же режиме, что и до начала исследования.

На начальном этапе работы были проведены индивидуальные интервью с тренерами, в рамках которых было сформировано общее представление о специфике проведения тренировочного процесса, особенностях общефизической подготовки каждого из спортсменов, а также уровне мотивации каждого спортсмена.

На основе полученных от тренеров рекомендаций, учитывающих возрастные и профессиональные особенности исследуемых спортсменов, был выбран осваиваемый двигательный навык – попеременное ведение мяча внешней и внутренней стороной стопы одной ноги, завершающееся ударом по мячу в створ ворот.

Оценка формирования двигательного навыка осуществлялась на основе индивидуальных изменений показателей осваиваемого навыка, для чего проводилась видеозапись. Указанные показатели включали составные элементы движения: ведение мяча, направление движения и завершающий удар по мячу.

Кроме того, также был выделен интегральный показатель освоения движения в целом. Указанную оценку проводили 4 независимых эксперта – профессиональных тренера по футболу.

В целях освоения выбранного двигательного навыка обеим группам предъявлялись видеоролики длительностью 30 секунд. Начало и конец видеороликов для обеих групп были одинаковыми. Середина видеороликов различалась.

Начало и конец видеороликов представляли видео с тренером команды, который выполнял отрабатываемый навык. Средняя часть видеоролика в группе с обучением на основе использования знаковых средств предъявлялось анимационное изображение человека, который представлял наглядную схему выполнения данного движения (рисунок 2.3).

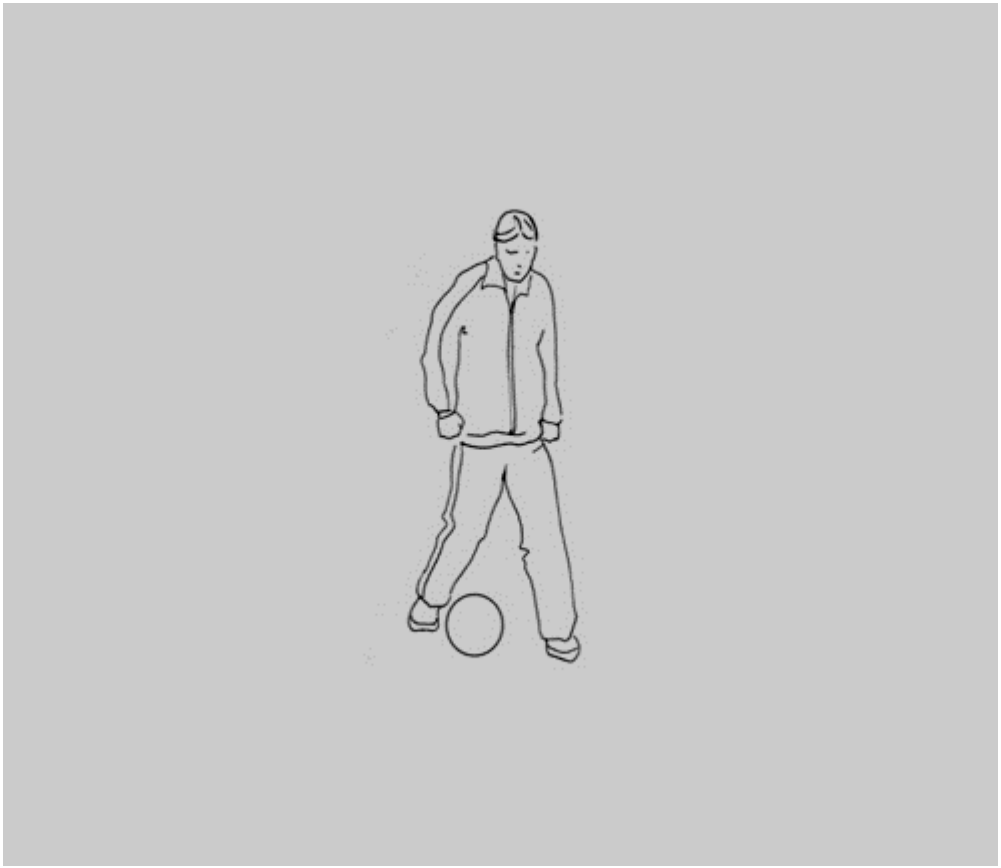


Рисунок 2.3 – Кадр из мини-фильма для группы «обучение с помощью знаковых средств».

Средняя часть видеоролика в группе с обучением на основе использования метафоры предъявлялся видеомультфильм, в котором был представлен символический образ двигательного навыка в виде двухголовой змеи, которая перемещалась зигзагообразными движениями, чтобы загнать мышь в норку, обогнув при этом камень. Двухголовая змея здесь символизирует перемещение ног тренера, мышка символизирует мяч, камень – тренировочную стойку, а норка – ворота (Рис. 2.4).

Каждому спортсмену в индивидуальном порядке показывали соответствующий мини-фильм, после чего проводилась беседа относительно сюжета и действий, происходящих с каждым персонажем.

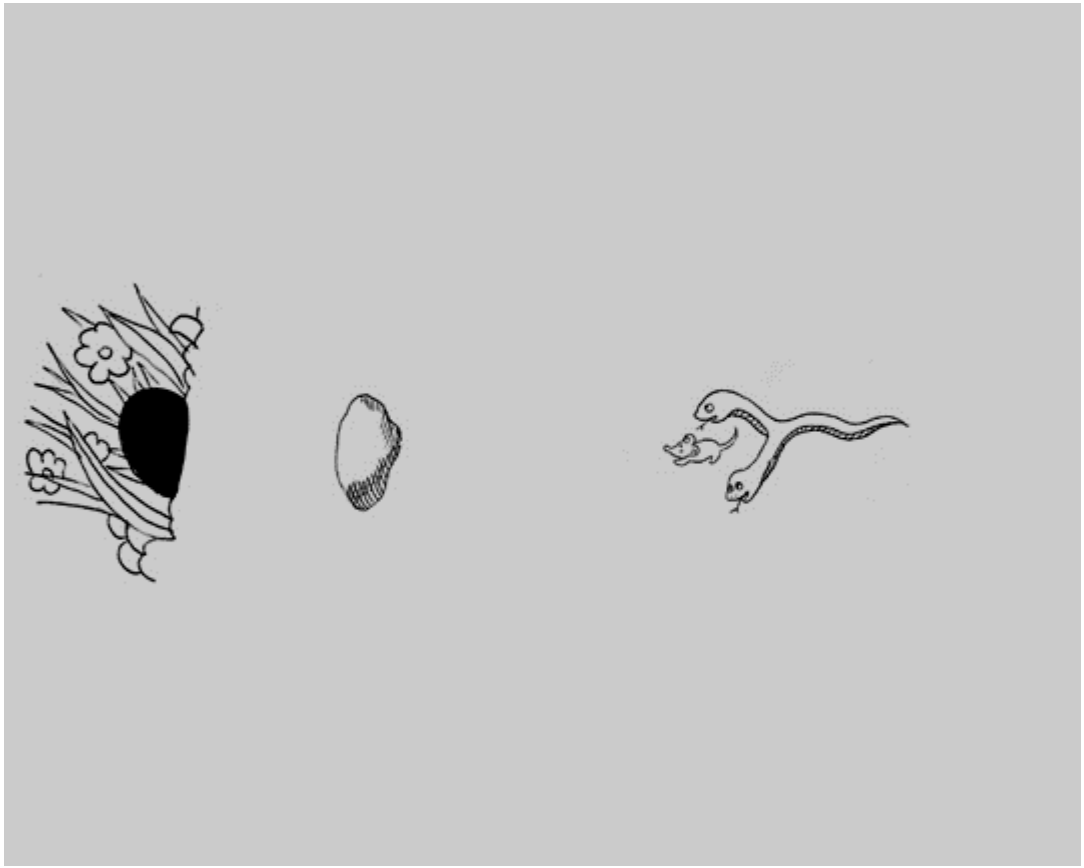


Рисунок 2.4 – Кадр из мини-фильма для группы «обучение с помощью метафоры».

На подготовительном этапе исследования проводился анализ тренировочного процесса, а также спортивной подготовки испытуемых. Также совместно с тренерами команды проводился выбор конкретного спортивного навыка для обучения, на основе которого были созданы мини-фильмы.

Основной этап исследования длился 1,5 месяца и включал 12 индивидуальных занятий с испытуемыми. При этом на каждой четвертой встрече проводилась оценка успешности овладения навыком, в том числе на основе проводимой видеосъемки спортсменов.

Проводимая в ходе экспериментального исследования работа была с интересом воспринята всеми спортсменами. Несмотря на относительно большое количество индивидуальных встреч, которые по сути повторялись и включали просмотр одних и тех же видеороликов, дети с удовольствием принимали в них участие и смотрели эти видеоролики. В ходе проведения исследования четверо спортсменов прекратили посещение спортивной школы и потому не учитывались нами при обработке данных.

В ходе проведения оценок успешности овладения спортивным навыком с помощью независимых экспертов (профессиональных футбольных тренеров) было показано, что оценки разных экспертов значимо между собой не различаются ($p > 0.05$), что говорит о согласованности мнений экспертов в отношении успешности выполнения навыка спортсменами на разных стадиях интервенции.

Статистический анализ (критерий Манна-Уитни), проведенный на предварительном этапе исследования, показал отсутствие значимых различий между сформированными группами испытуемых в отношении выполнения исследуемого навыка - попеременного ведения мяча внутренней и внешней стороной стопы. Были получены следующие значения по критерию Манна-Уитни по выделенным элементам исследуемого навыка: ведение мяча ($p=0.91$), направление движения ($p=0.44$), завершающий удар по мячу ($p=0.59$),

интегральный показатель освоения движения (p=0.67). Таким образом, можно сделать вывод об эквивалентности обеих групп – обучаемых с помощью знаковых средств и с помощью метафоры.

Поскольку применение критерия Колмогорова-Смирнова для проверки распределения усредненных экспертных оценок показало отличия от нормальных распределений, были использованы непараметрические методы математической обработки.

В группе, обучаемой с помощью знаковых средств, статистический анализ на основе применения критерия Вилкоксона показал отсутствие значимых изменений в исполнении выделенных элементов отрабатываемого навыка: ведения мяча (p=0.06), направления движения (p=0.71), завершающего удара по мячу (p=0.1), а также интегрального показателя освоения движения (p=0.14).

В группе, обучаемой с помощью метафоры, статистический анализ на основе применения критерия Вилкоксона показал значимое улучшение в отношении выполнения различных элементов отрабатываемого навыка: ведение мяча (p=0.046), направление движения (p=0.042), интегральный показатель освоения движения (p=0.046) – за исключением «удара по мячу» (p=0.07).

Данные результаты говорят о целесообразности использования метода метафоры как средства для освоения и отработки двигательных навыков.

Отсутствие значимых результатов в отношении элемента «удар по мячу» можно объяснить тем, что в предъявленном видеоролике основной акцент делался на отработке движений (ведение мяча и направление движения), нежели на моменте самого удара по мячу.

Проведенный корреляционный анализ (коэффициент корреляции Спирмена) показал значимые корреляции на уровне значимости p=0.01 для интегрального показателя с показателями ведения мяча (r=0.8), направления движения (r=0.6) и удара по мячу (r=0.8). Таким образом, подтверждается целесообразность выделения дополнительного интегрального показателя.

На основе полученных экспертных оценок нами были построены графики индивидуального изменения успешности выполнения испытуемыми каждого из элементов отрабатываемого навыка: ведение мяча (Рис. 2.5), направление движения мяча (рисунок 2.6), удар по мячу (рисунок 2.7), интегральный показатель освоения движения (рисунок 2.8). Каждый график содержит распределение по уровню изначальной общефизической подготовки спортсменов: низкий, средний или высокий. В общей сложности было проведено 4 замера успешности выполнения навыка: изначальный (до проведения обучения), на 4-й тренировке, на 8-й тренировке и на 12-й. Согласно условным обозначениям – «М» - группа, обучаемая с помощью метафоры, «З» - группа, обучаемая с помощью знаковых средств.

На представленных графиках в связи со сложностью зрительного восприятия большого количества однотипных кривых – часть из них не приводится.

По показателю «ведение мяча» диапазон экспертных оценок от 0 до 14 баллов. При этом предполагалось, что значения от 0 до 5 характеризуют низкий уровень способности; от 6 до 10 – средний уровень; от 11 до 14 – высокий.



Рисунок 2.5 – График динамики показателя «ведения мяча» на основе экспертных оценок.

В левой части графика (низкий уровень подготовки) видно, что способность всех трех испытуемых к ведению мяча на первом срезе находится на уровне ниже среднего. К четвертому срезу спортсмены группы «М» демонстрируют повышение уровня способности до средних значений, а спортсмен из группы «З» демонстрирует лишь небольшое увеличение своих показателей, оставляя их при этом на низком уровне. Кроме того, можно заметить, что между 1 и 4 срезами у одного спортсмена из группы «М» проявление способности ведения мяча плавно увеличивалось, а у другого менялось очень импульсивно – от высокой до низкой границы среднего уровня. Подобная импульсивность, возможно, отражает неустойчивость приобретаемой способности в процессе освоения.

В средней части графика (средний уровень подготовки) видно, что все испытуемые обеих групп («З» и «М») на протяжении промежуточных срезов показывают нестабильные результаты по показателю «ведение мяча». Однако, испытуемые группы «М» показали более четкую тенденцию к росту: изменили

свой уровень способности ведения мяча с низкого до высшей границы среднего; со среднего уровня до уровня выше среднего.

В правой части графика (высокий уровень подготовки) видно, что испытуемые из группы «М» к четвертому срезу демонстрируют более высокие результаты, чем испытуемые из «З».

Таким образом, можно сделать вывод о том, что спортсмены, характеризующиеся изначально различными уровнями общефизической подготовки, показывают явно более положительную тенденцию по показателю «ведение мяча» в случае обучения с использованием метафоры в сравнении собучении с помощью знаковых средств.

Кроме того, наблюдается следующая тенденция: спортсмены, имеющие высокий изначальный уровень общефизической подготовки, из группы, в которой использовалась метафора, проявляют более положительную динамику в освоении способности удержания направления движения мяча, нежели спортсмены того же уровня из группы использования знаковых средств.

При оценке по показателю «направление движения мяча» минимальным значением было 2, а максимальным –11. При этом предполагалось, что от 2 до 4 – низкий уровень способности; от 5 до 8 – средний уровень; от 8 до 11 – высокий (рисунок 2.7).

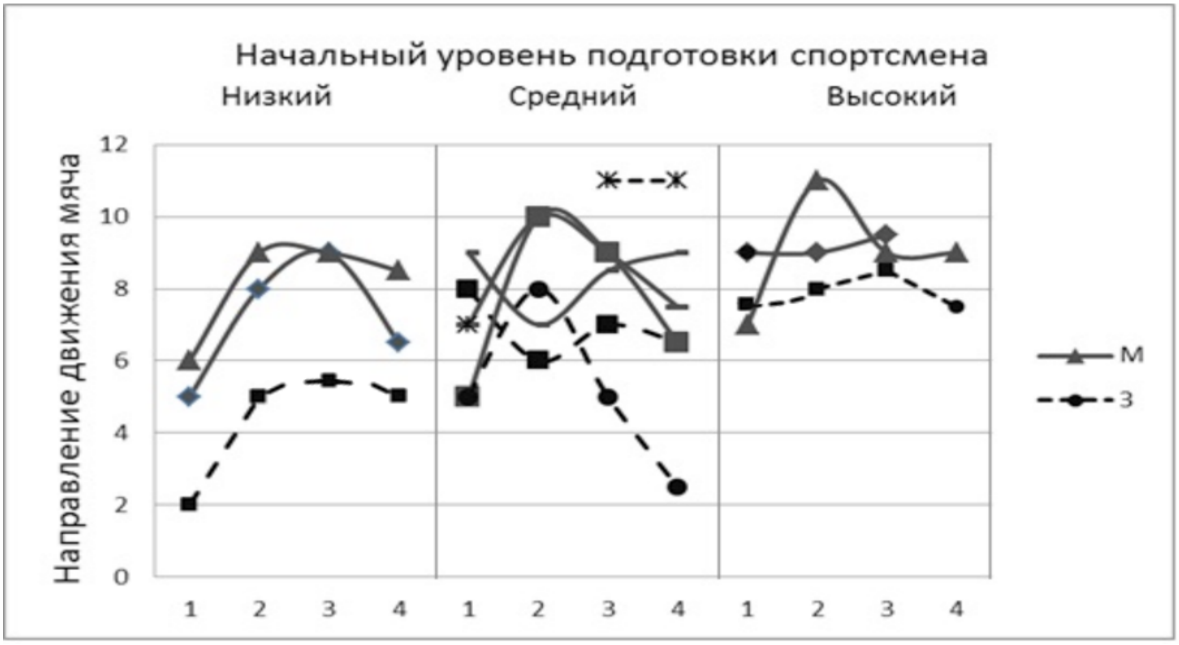


Рисунок 2.6 – График динамики показателя «направление движения мяча» на основе экспертных оценок.

В левой части графика (низкий уровень подготовки) видно, что на первом срезе спортсмены преимущественно показывают средний уровень по показателю «направление движения мяча». К четвертому срезу испытуемым из группы «М» удалось улучшить свои результаты: часть спортсменов продемонстрировала высокий уровень способности удержания направления движения мяча, другая часть – повысили свой результат до хорошего среднего уровня.

В средней части графика (средний уровень подготовки) видно, что все спортсмены характеризуются средним уровнем по показателю «направление движения мяча». К четвертому срезу, практически все испытуемые группы «М» продемонстрировали средний уровень при демонстрации данной способности, тогда как некоторые испытуемые из группы «З» ухудшение показателей.

В правой части графика (высокий уровень подготовки) видно, что при первом срезе результаты практически всех спортсменов приближены к высокому уровню. К последнему срезу спортсменам из группы «М» удалось улучшить

изначальные показатели, либо сохранить их на том же уровне. Тогда как спортсмены из группы «З» показали тенденцию к снижению своих показателей.

По показателю «динамика технического выполнения удара по мячу» минимальным значением был 0, а максимальным – 12. При этом предполагалось, что от 0 до 4 – низкий уровень способности; от 5 до 9 – средний уровень; от 10 до 12 – высокий (рисунок 2.7).

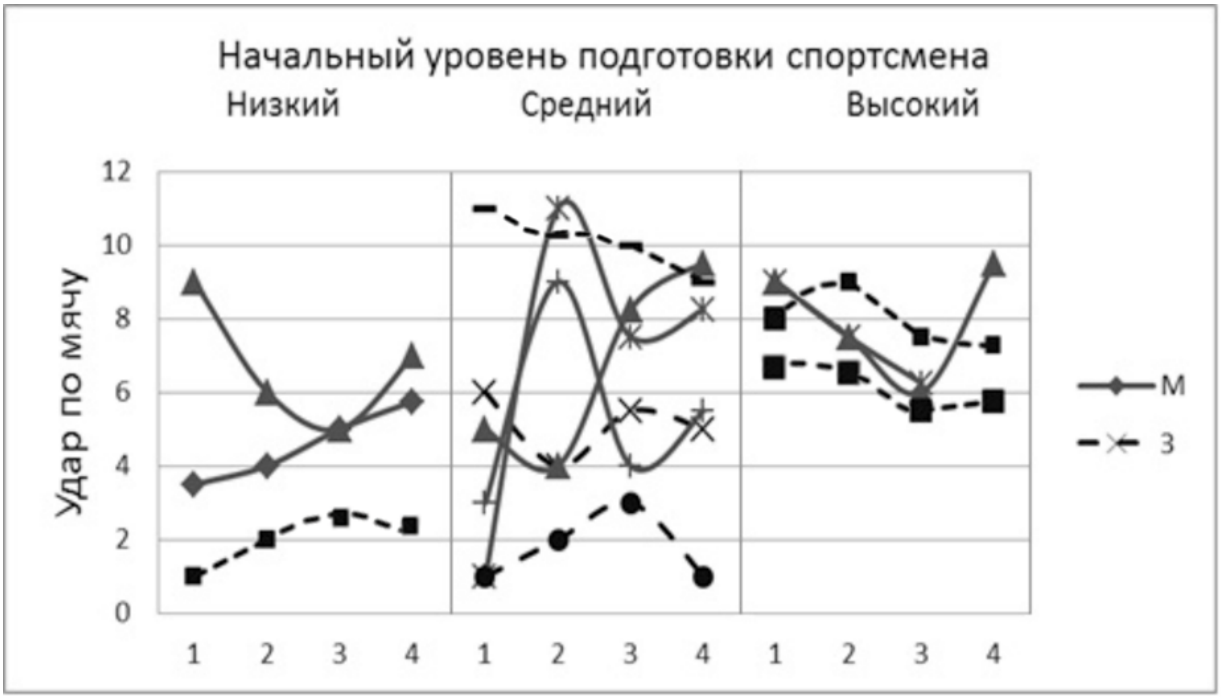


Рисунок 2.7 – График динамики технического выполнения удара по мячу.

В левой части графика (низкий уровень подготовки) видно, что один испытуемый из группы «М» демонстрирует уверенный рост своей способности от низкого уровня при первом срезе к среднему уровню на четвертом срезе. Другой испытуемый на первом срезе демонстрирует средний уровень, далее показатель несколько ухудшается, но к четвертому срезу – заметно повышается.

В средней части графика (средний уровень подготовки) видно, что у спортсменов как группы «М», так и группы «З» не наблюдалось стабильного

прироста в техническом исполнении удара по мячу, что проявлялось в импульсивности данного параметра.

В правой части графика (высокий уровень подготовки) видно, что испытуемые из группы «З» демонстрируют ухудшение по показателю «динамика технического выполнения удара по мячу». Испытуемые из группы «М» демонстрируют при первом срезе высшие значения среднего уровня способности удара по мячу, а далее, к четвертому срезу либо немного улучшают свои показатели, либо сохраняют их на среднем уровне.

По показателю «интегральный показатель освоения движения спортсменами» минимальным значением было 0, а максимальным – 10. При этом предполагалось, что от 0 до 3 – низкий уровень способности; от 4 до 7 – средний уровень; от 8 до 10 – высокий.

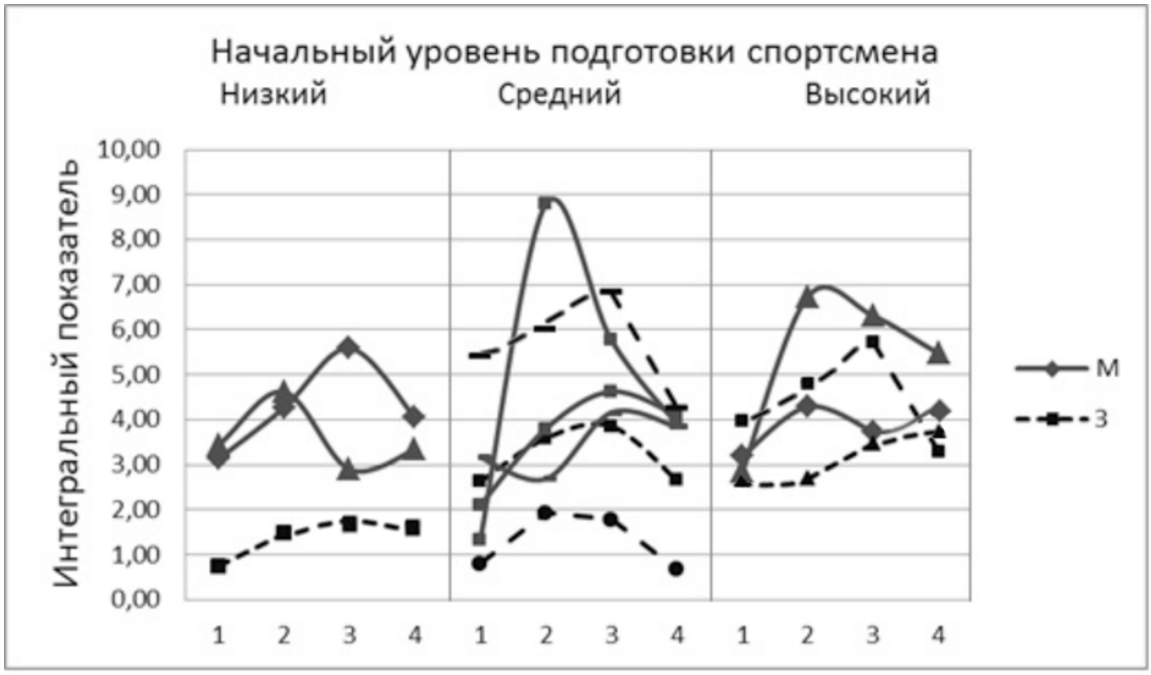


Рисунок 2.8 – График динамики интегрального показателя освоения движения спортсменами

В левой части графика (низкий уровень подготовки) видно, что динамика интегрального показателя освоения движения спортсменами из группы «М»

имеет импульсивный характер, демонстрируя при первом срезе низкий уровень показателя, который значительно улучшается к четвертому срезу.

В средней части графика (средний уровень подготовки) видно, что все испытуемые как группы «М», так и группы «З» при первом срезе обладали низким уровнем интегрального показателя освоения движения, тогда как к четвертому срезу они характеризуются более высокими показателями, соответствующих среднему уровню. Характер динамики их роста различный: от равномерно нарастающего до импульсивного.

В правой части графика (высокий уровень подготовки) видно, что испытуемые из группы «М» либо повысили свои результаты, либо остались в пределах среднего уровня интегрального показателя освоения движения.

Таким образом, проведенное нами исследование показывает, что спортсмены с различными изначальными уровнями общефизической подготовки из группы, в которой в качестве средства обучения использовалась метафора, проявляют более выраженную положительную динамику в освоении навыка – попеременного ведения мяча внешней и внутренней стороной стопы одной ноги, завершающееся ударом по мячу в створ ворот по сравнению с группой, использующей для обучения знаковые средства.

2.4.3. Изучение влияния метафоры на эффективность формирования спортивного навыка и формирование образных представлений у детей младшего школьного возраста

Настоящее исследование проводилось на базе спортивной школы ЦО «Чертаново» и заключалось в изучении влияния метафоры на эффективность формирования спортивного навыка у детей младшего школьного возраста 9-10 лет (N=22; M=5.7 лет), а соответственно и на формирование у них образных представлений и репрезентативных образов. На момент проведения

эксперимента все спортсмены тренировались на базе спортивной школы ЦО Чертаново не менее 2 лет.

Как и в предыдущем исследовании все испытуемые были равномерно распределены на 2 группы в зависимости от обучения с метафоры (группа «М») или с помощью знаковых средств (группа «З»).

В качестве осваиваемого двигательного навыка выступало выполнение движения передачи мяча верхом в ноги партнеру. Данный выбор был сделан, как и в предыдущем эксперименте, на основе рекомендаций, полученных от тренеров команды.

Схема мониторинга освоения навыка и оценка формирования двигательного навыка осуществлялась, как и в прошлом эксперименте, на основе индивидуальных изменений показателей осваиваемого навыка, для чего проводилась видеозапись.

Для оценки успешности выполнения спортсменами отрабатываемого навыка был выбран ряд показателей – элементов навыка: техника удара, высота удара и точность удара в ходе выполнения навыка передачи верхом. В роли специалистов-экспертов в данной серии эксперимента выступали три профессиональных тренера по футболу.

Методическая процедура была построена аналогично с предыдущим экспериментом.

Видеоролики для подгрупп «М» и «З» также имели идентичные начала и окончания, которые представляли собой заснятую на видеокамеру демонстрацию выполнения движения тренерами команды. Различие касалось только центральных фрагментов видеороликов.

В ролике для группы, обучаемой на основе знаковых средств, был представлен анимированный человек, наглядно выполняющий отрабатываемый навык (рисунок 2.9).

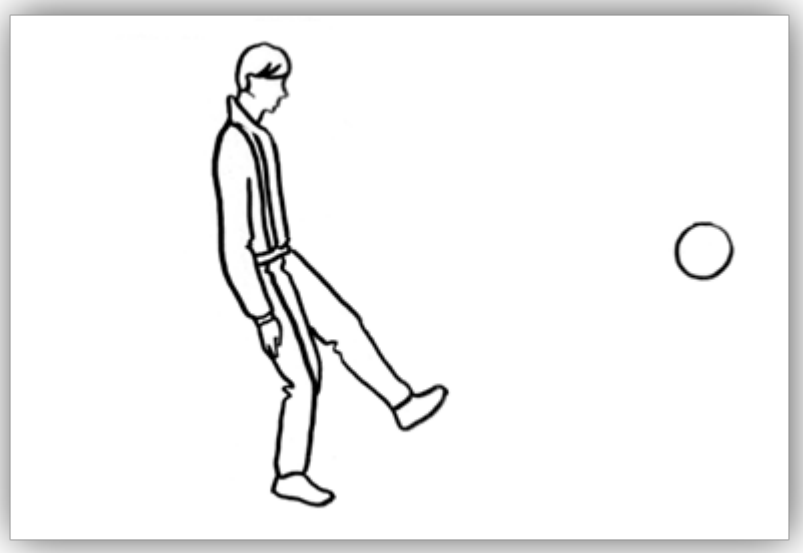


Рисунок 2.9 – Кадр из мини-фильма для группы, обучаемой с помощью знаковых средств (группа «З»)

В ролике для группы, обучаемой на основе символических средств, отрабатываемый навык был представлен в виде следующей метафоры: лучник, стреляющий в мишень; при этом стрела, выпущенная лучником, летит по дугообразной траектории, перелетает через лошадь, и попадает точно в центр мишени. Стрела в данном случае символизировала мяч, лучник – тренера, дугообразная траектория полета стрелы - символизирует верховой характер передачи; центр мишени – аналогия с попаданием мяча в ноги партнеру (рисунок 2.10).

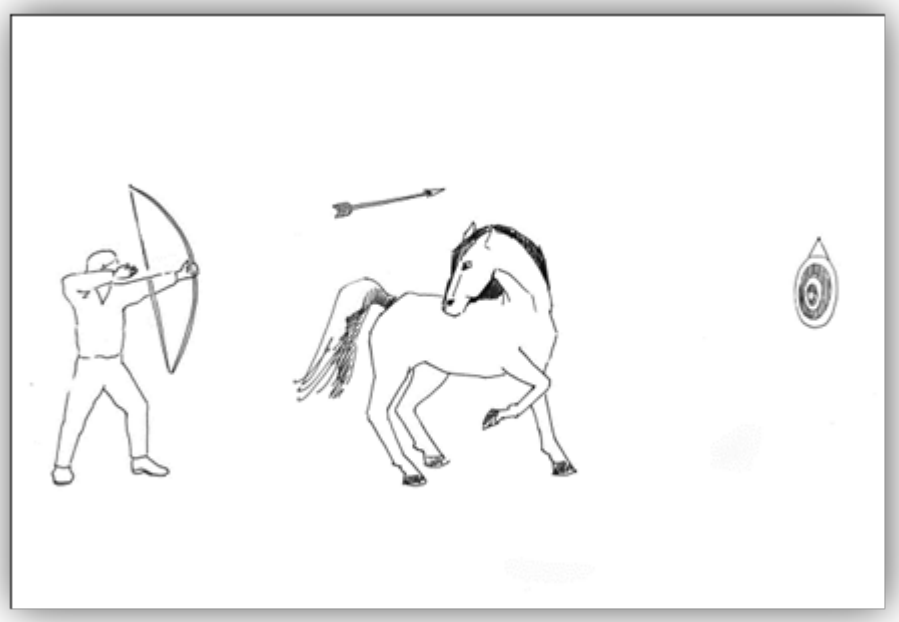


Рисунок 2.10 – Кадр из мини-фильма для группы «обучение с помощью метафоры»

На предварительном этапе работы была проведена психологическая диагностика испытуемых, определен двигательный навык для отработки в ходе эксперимента, а также для создания обучающих видеороликов. До начала исследования также была проведена предварительная оценка успешности выполнения спортсменами выбранного навыка – передачи верхом в ноги партнеру.

Две исследуемые группы отличались только характером обучения: с использованием знаковых средств (11 футболистов) или с помощью метафоры (11 футболистов). Процедура исследования была аналогичной для обеих групп испытуемых. В ходе исследования все спортсмены продолжали свои обычные физические тренировки в том же режиме, что и до начала исследования. С каждым из спортсменов было проведено по 6 индивидуальных занятий. Оценка успешности овладения навыком проводилась на основе результатов видеосъемки

и проводилась на каждой третьей встрече. Кроме того, еще один замер был проведен спустя месяц после завершения исследования.

В ходе проведения оценок успешности овладения спортивным навыком с помощью независимых экспертов (профессиональных футбольных тренеров) было показано, что оценки разных экспертов значимо между собой не различаются ($p > 0.05$), что говорит о согласованности мнений экспертов в отношении успешности выполнения навыка спортсменами на разных стадиях интервенции.

Проверка на нормальность полученного массива данных с помощью критерия Колмогорова-Смирнова показало, что все полученные экспертные оценки уровня успешности выполнения спортсменами навыка на всех этапах мониторинга статистически не отличаются от нормальных. В связи с этим в ходе анализа результатов были использованы параметрические методы анализа.

Для сравнения полученных результатов в ходе оценки эффективности применения метафоры и знаковых средств обучения были использованы t-критерии для зависимых выборок. Результаты анализа показали наличие статистически достоверных различий для каждой из групп между первым и последним этапом мониторинга успешности выполнения навыка: в группе «З» различия показаны по параметру точности выполнения передачи ($p=0,024$); тогда как для группы «М» по параметру точности ($p=0,022$) и успешности выполнения удара ($p=0,042$).

Таким образом, обе группы показали улучшения выполнения отрабатываемого двигательного навыка. Для последующего статистического анализа различий между двумя группами был использован t-критерий для независимых выборок.

Проведенный статистический анализ для независимых выборок по выбранным показателям успешности освоения навыка (удар, точность и высота передачи) на последнем этапе оценки были получены значимые различия между

группами «М» и «З». Показана статистически значимые различия по параметрам удара (p=0,035), а также точности выполнения передачи верхом (p=0,032), что говорит о большей эффективности использования метафоры в качестве дополнительного средства освоения двигательного навыка, по сравнению со знаковыми средствами.

На основе полученных экспертных оценок в целях качественного анализа результатов нами были построены графики индивидуального изменения успешности выполнения испытуемыми каждого из элементов отрабатываемого навыка: выполнение удара (Рис. 2.11), высоты выполнения удара (Рис. 2.12), точность выполнения удара (Рис. 2.13).



Рисунок 2.11 – График динамики показателя «выполнение удара»



Рисунок 2.12 – График динамики показателя «высота выполнения удара



Рисунок 2.13 – График динамики показателя «точность выполнения удара

На левых частях графиков видно, что испытуемые группы «М» показывают более эффективное освоение двигательного навыка по сравнению с группой «З» (правая часть графиков), что видно по более высокому расположению кривой «последний срез» по сравнению с кривой «первый срез. Данная зависимость наблюдается для всех выбранных показателей.

При этом спортсмены группы «З» показали более высокие результаты на представленных графиках только для показателя «точность выполнения удара». Для остальных показателей результаты ухудшились.

Важно отметить, что последний срез делался спустя месяц после проведения исследования. Таким образом, данные результаты отражают устойчивость освоенного навыка. Как мы видим из полученных результатов, высокой устойчивостью характеризуется группа, обучаемая с помощью символических средств (в данном случае метафоры) по сравнению с обучением с помощью знаковых средств.

Обобщая результаты исследования освоения спортсменами различного возраста двигательных навыков через использование знаково-символических средств, необходимо еще раз подчеркнуть ряд важных, на наш взгляд, моментов.

В первом эксперименте нам удалось показать, что спортсмены из группы использования символических средств, имеющие средний изначальный уровень общефизической подготовки, проявляют более положительную динамику в освоении движения, чем спортсмены группы использования знаковых средств.

В то же время, при сравнении групп «М» и «З» с низким и высоким уровнем изначальной общефизической подготовки наблюдаемая тенденция неоднозначна. Данный результат, по-видимому, частично объясняется спецификой футбола как вида спорта. Поскольку футболистам необходима разносторонняя подготовка, то уровень изначальной общефизической подготовки будет играть важную роль при освоении конкретных двигательных навыков. Таким образом, спортсмены с высоким уровнем общефизической подготовки изначально могут иметь большую предрасположенность к демонстрации хорошей динамики освоения навыка. С другой стороны, спортсмены с низким уровнем общефизической подготовки в процессе физических тренировок, так или иначе, будут демонстрировать прирост своих

способностей, расширяя одновременно свои возможности к освоению конкретных движений, что и отражается в полученных нами результатах.

Кроме того, важно отметить, что некоторые графики имели зубчатый вид, что говорит об отсутствии стабильного прироста в проявлении способности выполнения движения от среза к срезу, импульсивном характере освоения данного навыка. Возможно, данный результат является отражением возрастной специфики освоения спортсменами двигательных программ.

Во втором эксперименте также показана более высокие результы овладения двигательным навыком у группы, обучаемой с помощью метафоры, по сравнению с группой, обучаемой с помощю знаковых средств.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование символических средств (в частности, метафоры) является эффективным средством освоения двигательных навыков как в дошкольном, так и в младшем школьном возрасте. В этом смысле результаты второго эксперимента опровергают данные G.Gardner и коллег (Gardner et al., 1978), обнаруживших, что если в дошкольном возрасте дети чувствительны к использованию метафоры, то в школьном возрасте эта чувствительность существенно снижается и вновь обнаруживается в лишь подростковом возрасте. Очевидно, что школьники способны эффективно использовать метафору в случае ее включенности в обучающую программу освоения спортивных навыков.

2.4.4. Апробация метода мысленной тренировки в детско-юношеском спорте

В рамках данного исследования была проведена апробация мысленной (идеомоторной) тренировки (экспериментальная группа) и сравнение ее с контрольной группой, с которой такая тренировка не проводилась. В качестве испытуемых выступили футболисты одной из московских ДЮСШ 8 и 10 лет (группа 37 и 41 человек соответственно).

Основной задачей исследования было сравнение успешности выполнения конкретных футбольных действий у испытуемых экспериментальной группы, в которой применялась техника идеомоторной тренировки, и контрольной, в которой данная техника не использовалась. В экспериментальную группу вошло 25 спортсменов в возрасте 8 лет и 28 спортсменов в возрасте 10 лет. Кроме того, мы предположили, что успешность применения мысленной тренировки будет неодинакова у испытуемых разных возрастных групп.

Для оценки эффективности идеомоторной тренировки мы использовали результаты выполнения испытуемыми специальных двигательных тестов (ДТ). В группах 8 и 10-летних футболистов, участвовавших в эксперименте, было проведено 6 двигательных тестов, каждый из которых выполнили все испытуемые экспериментальной группы, при этом испытуемые контрольной группы выполняли только первый и последний из них. В тоже время мы осуществляли постоянное наблюдение за тренировочным процессом спортсменов. Оказалось, что каждый спортсмен, независимо от принадлежности его к экспериментальной или контрольной группе, выполнял разминочные упражнения, включающие в себя элементы выбранного нами ДТ, тем самым они имели возможность совершенствования двигательного навыка традиционным способом.

Для группы испытуемых 10 лет было показано, что в целом по группе успешность выполнения ДТ от ДТ0 к ДТ5 улучшилась на 27% (М (ДТ0)=16,3 балла; М (ДТ5)=11,8 балла). Для группы испытуемых 8 лет также было показано, что в экспериментальной группе успешность выполнения ДТ от ДТ0 к ДТ5 улучшилась на 35% (М (ДТ0)=16,4 балла; М (ДТ5)=10,6 балла), а контрольной - на 18,7 % ((М (ДТ0)=16 баллов; М (ДТ5)=13 баллов).

Сравнение показателей успешности выполнения конкретных футбольных действий у испытуемых экспериментальных групп, в которых применялась техника идеомоторной тренировки, и контрольных, в которой данная техника не

использовалась, позволяет нам (но с известной осторожностью) сделать следующие выводы:

применение только основ техники идеомоторной тренировки уже положительно сказывается на реальном выполнении движений;

положительный эффект применения техники идеомоторной тренировки наблюдается даже у испытуемых столь юного возраста как 8 и 10 лет;

Также было проведено еще одно исследование по использованию образной тренировки в психологической подготовке юных футболистов, которое было проведена на базе ГБОУ Центр спорта и образования «Чертаново». В исследовании приняли участие 38 футболистов мужского пола в возрасте 10-11 лет, входящие в первый и второй составы (N=38, M=10,59).

На предварительном этапе исследования на основе рекомендаций тренера команды был выбран отрабатываемый навык – удар средней частью подъема по неподвижному мячу с разбега.

Также на данном этапе работы все испытуемые заполнили ряд методик (тест Спилбергера-Ханина, цветные прогрессивные матрицы Равена, методика Inhibition, методика Memory for Designs), по результатам которых вся выборка была поделена на две равные группы (выравненные по результатам методик) – экспериментальную и контрольную. В каждую группу вошло по 19 человек.

Основная часть исследования включала три этапа: контрольный срез № 1, проведение образной интервенции, контрольный срез № 2.

Контрольный срез № 1 был направлен на определение уровня владения навыком удара средней частью подъема по неподвижному мячу. Успешность удара сразу оценивалась тренером по двум критериям: сила (мяч должен пролететь на 21 метр) и точность (мяч должен попасть в правый или левый угол ворот). Каждым футболистом было выполнено 6 ударов: по 3 в левую и правую стороны поочередно. Результаты контрольного среза показали следующие средние значения по уровню владения навыком: 0,84 – для экспериментальной группы и 1 – для контрольной.

Образная интервенция представляла собой трехнедельную образную тренировку, в ходе которых было проведено 6 встреч. Занятия проводились одновременно с двумя футболистами. Программа тренировки включала в себя два блока: образный сценарий и изображение. Экспериментальной группе читался когнитивный специальный сценарий, направленный на развитие навыка, и демонстрировалось видео, содержащее основные фазы удара средней частью подъема. Контрольной группе зачитывался мотивационный специальный сценарий, и демонстрировался рисунок, изображающий основные фазы удара средней частью подъема.

После проведения трехнедельной образной интервенции снова был измерен уровень выполнения удара средней частью подъема по неподвижному мячу с разбега, выражающийся в количестве успешно выполненных ударов. Результаты показали следующие средние значения по уровню владения навыком: 2,2 – для экспериментальной группы и 1,6 – для контрольной.

Сравнительный анализ результатов двух контрольных срезов свидетельствует о том, что количество успешно выполненных ударов в экспериментальной группе увеличилось на 66%, а в контрольной группе – на 21%. Это означает, что сценарий, направленный на развитие когнитивного специального образа, является достаточно эффективным в случае стремления улучшить выполнение конкретного навыка. Сценарий, содержащий мотивационный специальный образ, в меньшей степени способствует развитию навыка. Таким образом, можно предположить, что для максимально эффективной образной интервенции, использующей образный сценарий, необходимо объединить когнитивный и мотивационный образы в одном сценарии. Также увеличение продолжительности образной интервенции позволит повысить качество выполнения навыка и закрепить полученный результат.

2.4.5. Использование «Опросника использования образов в спорте» в детско-юношеском спорте на примере футбола

Разработанный С. Холлом с коллегами опросник «The Sport Imagery Questionnaire» (SIQ) направлен на измерение частоты использования образа того или иного типа спортсменами, при этом независимо от вида спорта и уровня профессионализма (Hall, 2005). Опросник SIQ состоит из 30 утверждений, семь из которых репрезентируют субшкалу когнитивных специальных образов (КС), шесть - субшкалу когнитивных общих образов (КО), пять – мотивационных специальных (МС), еще шесть – мотивационных общих активирующих (МО-А) и шесть – мотивационных общих регулирующих (МО-Р). Все шкалы подразумевают самоотчет от спортсмена о том, как часто он использует эти пять различных видов образов.

Вераксой А.Н. разработана русскоязычная версия опросника SIQ, которая была апробирована совместно с коллегами на выборке более 250 спортсменов в возрасте 8-20 лет.

В рамках исследования по использованию русскоязычной версии опросника SIQ - Опросника использования образов в спорте – приняли участие 31 спортсмен - футболисты 8, 10 и 14 лет, тренирующиеся на базе одной из московских ДЮСШ.

Целью данного исследования было изучение наличия связи между использованием мысленных образов спортсменами и уровнем развития их воображения, а также специфики использования спортсменами различных типов образов в зависимости от уровня профессионализма. Уровень развития воображения оценивался с помощью фигурной и вербальной формы краткого теста творческого мышления (КТТМ) П.Торренса в адаптации Е.Щеблановой и И.Авериной. Оценка двигательных навыков осуществлялась с помощью контроля за результатами выполнения специальных двигательных тестов (ДТ),

которые представляли собой стандартные тесты, принятые в качестве нормативных заданий в данном виде спорта.

В рамках исследования выявлены различия в применении различных типов мысленных образов в зависимости от возраста футболистов. Если дети 8-10 лет чаще используют мотивационные, эмоционально-насыщенные образы, то дети старшего возраста начинают использовать когнитивные образы. Кроме того, в ходе исследования была обнаружена корреляционная зависимость между использованием соответствующих возрасту мысленных образов и результативностью спортивной деятельности. Данное обстоятельство предполагает, что в процессе освоения двигательного навыка с детьми дошкольного и младшего школьного возраста более эффективным будет использование эмоционально насыщенных образов, приближенных к метафоре, в то время как в подростковом возрасте более эффективным будет использование когнитивных более сложных образов (Веракса и др., 2016).

Использование знаковых средств для овладения новым двигательным навыком также затруднительно, поскольку дети не способны удерживать в голове большое количество элементов, связанных с движением. Вместе с тем, у них уже накоплены представления о многих объектах окружающей среды, которые могут быть использованы в качестве метафоры – символического значения. В качестве метафоры в одном случае выступила двухголовая змея, загоняющая мышку в норку, во втором – лучник, стреляющий в мишень. У ребенка уже сформировано представление о змее и ее движениях, поэтому ему не сложно удержать в сознании знакомый объект, а кроме того – наделить его определенными свойствами – двухголовая змея, передвигающаяся зигзагами. Метафора, таким образом, представляет собой некоторый гештальт двигательного навыка. При формировании двигательных навыков в старшем дошкольном и младшем школьном возрастах с использованием символических

средств, например, метафоры, активируется система зеркальных нейронов, которая, вероятно, и обеспечивает двигательное обучение.

Таким образом, формирование образных представлений и репрезентативных образов в детском возрасте эффективнее с помощью использования таких символических средств, как метафора, по сравнению с использованием знаковых средств. ЧЭто может быть объяснено работой зеркальных нейронов, поскольку когнитивные функции в детском возрасте еще не до конца развиты.

Также нами показана эффективность использования идеомоторной тренировки для отработки спортивных навыков у юных футболистов. При этом показано, что дети 8-10 лет чаще используют мотивационные, эмоционально-насыщенные образы, тогда как дети более старшего возраста начинают использовать когнитивные образы. Кроме того, в ходе исследования была обнаружена корреляционная зависимость между использованием соответствующих возрасту мысленных образов и результативностью спортивной деятельности. Данное обстоятельство предполагает, что в процессе освоения двигательного навыка с детьми дошкольного и младшего школьного возраста более эффективным будет использование эмоционально насыщенных образов, приближенных к метафоре, в то время как в подростковом возрасте более эффективным будет использование когнитивных более сложных образов.

С учетом изложенного, можно сделать вывод о том, что формирование системной образной репрезентации спортивного навыка/движения в старшем дошкольном и младшем школьном возрастах должно осуществляться с учетом развития физиологических и когнитивных особенностей детей, а также с учетом сформированности их двигательной системы. Системная образная репрезентация является интегрирующим конструктом комплекса когнитивных, перцептивных, проприоцептивных и др. элементов, необходимых для эффективного выполнения спортивного действия в конкретной ситуации. Однако в детском возрасте не все

эти конструкты достаточно сформированы, поэтому формирование системной образной репрезентации должно проходить соразмерно физиологическому развитию ребенка и учитывать уровень развития когнитивных способностей и двигательной системы, включая количество и характер уже усвоенных двигательных навыков.

2.5. Исследование особенностей образных репрезентаций представления двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере лыжного спорта, вольной борьбы, стрельбы из лука

2.5.1. Исследование особенностей образных репрезентаций представления двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере лыжного спорта

В контексте решения задачи по формированию образных репрезентаций, в первую очередь следует подчеркнуть, что циклические виды спорта характеризуются относительно стабильными условиями. Эти виды спорта также характеризуются преобладанием общих ориентировок, поскольку специфические ситуации, требующие быстрого принятия решений, в них встречаются довольно редко.

В исследовании вопроса автоматизации двигательного навыка как одного из факторов, определяющих особенности мысленного образа на разных уровнях мастерства, необходимо отметить, что движения осуществляются при разной степени сознательного контроля (автоматичности) не только ввиду различной освоенности их механо-кинематической структуры, но и за счет различной степени вовлечения скоростно-силовых ресурсов в их выполнение. То есть, даже если техническая сторона исполнения навыка является в полной мере отработанной и позволяет выполнять движение с минимальной степенью его сознательного координирования, то с привлечением дополнительного усилия и

реализацией скоростно-силового потенциала в исполнении данного движения появляется необходимость делать сознательный акцент на требуемой интенсивности физического напряжения. При этом такое движение будет создавать потребность в волевом (т.е. произвольном) усилии, направленном на выполнение некоторой физической работы, а при многократных повторениях также и на преодоление усталости. Вместе с тем фокус внимания спортсмена сужается и концентрируется на самом движении (а точнее, на составляющем его физическом усилии), что в свою очередь может приводить к смещению ракурса представления движения, например, атлет будет чаще представлять движения от 1-го лица, а не от 3-го.

Смысл образной репрезентации в таком случае применительно к циклическим видам спорта, и лыжным гонкам в частности, обеспечить эффективность двигательного исполнения за счет своевременного переключения ракурса образного представления (от 1-го лица или от 3-го). Ракурс образного представления, как мы увидим ниже, зависит от множества факторов, однако при этом можно выделить и общие закономерности. Такие общие закономерности, к примеру, связаны с уровнем спортивного мастерства. Профессиональные спортсмены в силу накопленного у них опыта могут эффективно использовать ракурсы как от 1-го лица, так и от 3-го и, при необходимости, переключаться между ними. Новички в силу отсутствия у них достаточного опыта и должной сформированности спортивного навыка не могут также эффективно использовать образные представления с ракурсом от 1-го или от 3-го лица. В первую очередь они должны накопить достаточный опыт исполнения физического навыка, чтобы эффективно контролировать и управлять образными репрезентациями, связанным с данным навыком.

При этом представляется целесообразным проводить работу с начинающими спортсменами по формированию у них образных репрезентаций определенного ракурса в зависимости от задачи навыка и этапа его усвоения.

2.5.2. Методы исследования репрезентативных образов в лыжных гонках

Учитывая особенности динамичных видов спорта в заданных условиях и с элементами неопределенности, описанные нами ранее, включая характер формирования образных репрезентаций с преобладающей ориентировкой на внутренние факторы и в меньшей степени - на внешние, методы исследования репрезентативных образов в таких видах спорта, соответственно, также должны быть направлены в первую очередь на изучение внутренних особенностей их формирования.

В этой связи большой интерес представляет модель PETTLEP, предложенная П.С. Холмсом и Д.Дж. Коллинсом (Holmes, Collins, 2001), в основе которой лежит теория функциональной эквивалентности реального действия и его мысленного образа (Jeannerod, 1993). Авторы подчеркивают важность взаимодействия различных параметров модели между собой. К примеру, хронометрическая эквивалентность мысленного и реального действия будет увеличиваться в условиях приближения условий мысленной проработки условиям, в которых выполняется реальное действие (Holmes, Collins, 2001). В некоторых исследованиях (Parsons, 1994; Decety, Jeannerod, 1996; Reed, 2002) отмечается увеличение продолжительности мысленной проработки в случае более сложных движений/заданий, а также увеличение мысленного выполнения движения у испытуемых со средним уровнем владения навыком. Это, как правило, объясняется увеличением нагрузки на рабочую память, создаваемой неавтоматизированными двигательными компонентами, которые отсутствуют как на начальном уровне освоения навыка, так и при полноценном овладении им (Reed, 2002). Таким образом, существуют рекомендации, согласно которым на этапе освоения навыка необходимо представлять его выполнение в замедленном темпе, но по мере его совершенствования доводить образ до хронометрической

эквивалентности реальному действию (Курашвили и др., 2008; Бубенцов и др., 2012).

Одним из наименее изученных параметров модели является ракурс мысленного образа - «Perspective». Традиционно в психологии выделяются ракурсы образного представления от 1-го лица (то есть внутренние), а также образы с ракурсом от 3-го лица (то есть внешние). Таким образом, представляя действие от 1-го лица, субъект мысленно видит его с собственной позиции, т.е. так, как он бы видел это в действительности, выполняя данное действие. При мысленном представлении движения от 1-го лица некоторые элементы при этом могут выпадать из зоны видимости, например, у лыжника при выполнении действия «доталкивание», когда руки атлета разгибаются уже за спиной. При выполнении данного элемента спортсмен не видит конечную фазу движения – разогнутые руки, поскольку они расположены за спиной атлета. Теоретически, он может развернуться и проконтролировать правильность выполнения движения, однако, даже в такой ситуации он будет видеть только одну руку. Мысленное представление от 3-го лица характеризуется тем, что субъект наблюдает самого себя со стороны, с позиции стороннего наблюдателя, как если бы он видел себя на видеозаписи. Это позволяет субъекту увидеть выполнение им движения (всего тела) со стороны, то есть вне его естественного поля зрения.

Ракурс мысленного образа в качестве потенциальной переменной для оптимизации мысленной тренировки использовали М. Махоней и М. Авенер (Mahoney, Avener, 1977). Они указали на возможность качественных различий мысленной тренировки при использовании образов только от 1-го или только от 3-го лица. При этом представление действия от 1-го лица сопряжено с приближением переживаемых образов к реальности – наполнением ощущениями, возникающими в аналогичной ситуации в действительности.

Таким образом, мы видим, что принципиальное различие в мысленных образах движений от 1-го и от 3-го лица заключается в том, что при мысленных

образах с ракурсом от 3-го лица субъект может визуально контролировать любое представленное движение полностью, в связи с чем компенсация через другие каналы восприятия не требуется, в отличие от представления движений от 1-го лица. При мысленном представлении от 1-го лица не вся информация о движении может быть передана визуально, в связи с чем часть визуально отсутствующей информации компенсируется посредством формирования кинестетического представления. Другими словами, если субъект не видит своего движения, он должен его чувствовать, чтобы знать о нем. При этом полноценный кинестетический образ сложного моторного навыка может быть создан только при наличии достаточного опыта его реального выполнения (Collet, Guillot, 2010), поскольку внутренняя репрезентация еще до конца не сформирована (Olsson, 2008). В связи с этим уровень спортивного мастерства является важным фактором, определяющим особенности мысленных образов движения, а также характер взаимодействия различных параметров модели PETTLEP (Holmes, Collins, 2001).

Некоторые авторы связывают образ с ракурсом от 1-го лица конгруэнтным имеющейся репрезентации схемы тела (Jackson et al., 2006).

Когда ракурс мысленного образа в спортивной психологии начал активно исследоваться и использоваться в качестве одного из опорных элементов, опосредующих результат предпринимаемой спортсменом мысленной проработки (Cumming, Ste-Marie, 2001; Abdin, 2010; Morris et al., 2005; Callow, Roberts, 2010; Nezam et al., 2014; Parnabas et al., 2015), большое распространение получили рекомендации по использованию образов с ракурсом исключительно от 1-го лица (Курашвили и др., 2008; Бубенцов и др., 2012; Holmes, Collins, 2001).

Это в свою очередь было обосновано тем, что у спортсменов более высокой квалификации выражена склонность к использованию мысленных образов с ракурсом от 1-го лица (Mahoney, Avener, 1977; Rotella et al., 1980; Carpinter,

Cratty, 1983; Mahoney et al., 1987; Jowdy et al., 1990; Barr, Hall, 1992; Salmon et al., 1994; Nezam et al., 2014).

Однако такие выводы были крайне противоречивы, поскольку рядом исследований не обнаружено корреляций между преобладанием ракурса мысленного образа от 1-го или от 3-го лица и уровнем спортивного мастерства (Highlen, Bennett, 1979; Meyers et al., 1979; Epstein, 1980; Hall et al., 1990). Вместе с тем, ряд исследований показали преимущественное использование более опытными спортсменами образов с ракурсом от 3-го лица. При этом, необходимо также учитывать, что склонность к формированию образов определенного ракурса может являться характеристикой конкретных видов спорта (Веракса, Горовая, 2011 (б)).

В некоторых работах показано, что образы с ракурсом от 1-го лица чаще сопровождаются более сильной периферической реакцией (Jacobson, 1931; Hale, 1982; Harris, Robinson, 1986; Barr, Hall, 1992; Wang, Morgan, 1992; Perry, Morris, 1995).

Некоторыми авторами показана корреляция между уровнем спортивного мастерства и выраженностью вегетативных реакций (Roure et al., 1999), которые, в свою очередь, часто рассматривались как объективный индикатор реалистичности представляемых образов, т.е. чем более выражены вегетативные реакции – тем реалистичнее представляемый атлетом образ (Ryan, Simons, 1982; Goss et al., 1986; Hall et al., 1994; Isaac, 1992; Martin et al., 1999; Munroe et al., 2000; Robin et al., 2007; Vealey, Greenleaf, 2006).

В дальнейшем в качестве таких объективных коррелятов реалистичности образов также использовались самоотчеты испытуемых, а также хронометраж выполняемого действия (Collet et al., 2011). Это обусловлено тем, что вегетативные реакции не всегда являются объективными индикаторами образных представлений.

В некоторых исследованиях показано отсутствие корреляции данных ЭМГ и ракурсов мысленных образов (Vigus, Williams, 1985; см. Hale, 1994). Предполагается, что это связано с тем фактом, что при представлении образов от 1-го лица более эффективно формируется кинестетический компонент образа (Hardy, Callow, 1999; Guillot et al., 2004), тогда как при представлении образов от 3-го лица акцент больше смещается на зрительную модальность (Курашвили и др., 2008; Бубенцов и др., 2012; Weinberg, 1982; Suinn, 1983; Vealey, 1986; Jowdy et al., 1990; Jeannerod, 1993; Janssen, Sheikh, 1994; Williams et al., 1995; Hale, 1998; Hale, Whitehouse, 1998; Olsson, 2008; Ridderinkhof, Brass, 2015).

Немаловажное значение для выбора ракурса мысленного представления у испытуемого может иметь инструкция. Е. Якобсон (Jacobson, 1931) и Б. Хейл (Hale, 1982) показали, что то, как сформулирована инструкция значимо влияет на периферическую реакцию испытуемых. К примеру, инструкция «представить ощущения при подъеме гантели» и «визуально представить подъем гантели» будут характеризоваться различными мышечными откликами. В одном случае будет сильнее реакция мышц руки, в другом – зрительной системы.

Важно упомянуть также ряд исследований, показавших особенности активации ЦНС во время мысленного представления двигательных действий. Ф.Джексон с коллегами (Jackson et al., 2006) провели фМРТ исследование, в котором сравнивали мозговую активацию испытуемых при просмотре видеороликов различных действий, а также при имитации этих действий в случае с ракурсом от 1-го лица и от 3-го лица. Результаты в обоих сериях (при просмотре видеороликов и при имитации) показали большую активацию моторных зон коры больших полушарий в случае с ракурсом от 1-го лица. Аналогичные результаты, демонстрирующие более выраженное специфическое возрастание возбудимости кортикоспинальных путей при демонстрации двигательной модели с ракурса от 1-го лица, были получены Маэд с коллегами (Maeda et al., 2001) в эксперименте с использованием метода транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС).

Описанные результаты могут быть рассмотрены, как косвенное свидетельство о преимуществе мысленной проработки с использованием образов с ракурсом от 1-го лица.

Также важно отметить, что в отличие от восприятия поступающей извне информации, мысленная проработка движения от 1-го лица строится на основе известного двигательного плана. Для наблюдаемых действий (в случае ракурса от 3-го лица) его формирование теоретически возможно на основе прогнозирования их результата. Наблюдения за предметными действиями, как известно, приводит к иному характеру активации моторной системы (Grezes et al., 2003; Umilta et al., 2001). При наблюдении за движением (ракурс от 3-го лица) у испытуемого должно происходить наложение наблюдаемого движения на собственную схему тела. Это в свою очередь требует дополнительных функциональных ресурсов, а соответственно, может приводить к удлинению времени реагирования при имитации движений, а также сильном увеличении количества ошибок (Jackson et al., 2006). Вместе с тем, по мере накопления опыта, как двигательного, так и перцептивного, субъективная сложность пространственного декодирования наблюдаемых со стороны движений сокращается, что облегчает актуализацию соответствующих моторных команд (Buccino et al., 2004; Calvo-Merino et al., 2005; Aglioti et al., 2008; Yu et al., 2016).

Важно затронуть еще один момент, связанный с использованием определенного ракурса. Л. Харди (Hardy,1997) полагает, что эффективность мысленной проработки определяется, в том числе, требуемым результатом действия. К примеру, в случае если показателем правильности движения является его пространственная конфигурация, то для её оценки особенно важен взгляд со стороны, который обеспечивается мысленной проработкой с ракурсом от 3-го лица (Hardy, Callow, 1999).

Н.А. Бернштейн (Бернштейн, 1990) утверждал, что, осваивая новый навык, прежде всего необходимо понять, как разучиваемые движения выглядят

снаружи, а затем попытаться прочувствовать их изнутри (Collins et al., 1998). Т.е. образы с ракурсом от 3-го лица могут быть эффективны на начальном когнитивном этапе разучивания двигательного навыка, на котором формируется понимание его смысловой структуры (Hall, 1994). Таким образом, мысленные представления от 3-го лица представляют собой «гештальт», или общую картину постигаемого действия (Grouios, 1992), которая должна быть усвоена прежде всего, иначе дальнейшее обучение не будет результативным (Lawther, 1968).

Считается, для эффективного использования образа с ракурсом от 1-го лица необходимо наличие полностью сформированной моторной репрезентации, которой еще нет у начинающих спортсменов (Olsson, 2008). Таким образом, существует взаимосвязь между ракурсом мысленного образа и уровнем спортивного мастерства.

В ряде исследований получены результаты, свидетельствующие о большей эффективности образов с ракурсом от 3-го лица на начальных этапах освоения навыка (Gatti et al., 2013). Так, например, предполагается, что в так называемых «открытых» видах спорта, характеризующихся необходимостью быстрой реакции на непрерывно меняющиеся соревновательные условия, наибольший эффект дает мысленная проработка с ракурсом от 3-го лица, тогда как для «закрытых» видов спорта, где обстановка относительно стабильна и спортсмен, как правило, сам задает темп собственной активности (согласно нашей типологии – виды спортивной деятельности с заданных условиях, а также статичные виды спортивной деятельности), преимущество будут иметь представления от 1-го лица (Harris, 1986; McLean, Richarson, 1994; Annett, 1995).

А. Уайт и Л. Харди (White, Hardy, 1995), а также Л. Харди и Н. Каллоу (Hardy, Callow, 1999) сумели продемонстрировать зависимость между эффективностью мысленной проработки определенного ракурса и спецификой прорабатываемого с ее помощью задания. Так, использование образов с ракурсом от 1-го лица обеспечивает преимущество в достижении точности траекторий

локомоции и быстроты их прохождения, что актуально, напр., в слаломе (White, Hardy, 1995; Callow et al., 2013).

Различия между представлениями от 1-го и от 3-го лица заключаются не в степени совместимости каждого из них с компонентами кинестетической модальности, как считали многие авторы (Веракса, Горовая, 2011; Бубенцов и др., 2012; Vealey, 1986; Jowdy et al., 1990; Janssen, Sheikh, 1994; Hale, 1998; Olsson, 2008; Ridderinkhof, Brass, 2015; и др.), а скорее в имеющейся по умолчанию сосредоточенности внимания на таких компонентах образа. В соответствии с данной гипотезой фундаментальное свойство мысленного образа с ракурсом от 1-го лица состоит в том, что он способствует принятию более узкого фокуса внимания (Nideffer, 1990), тогда как представление от 3-го лица, наоборот, расширяет его. Так, за счет характеристик внимания, свойственных каждому ракурсу, концентрация на ощущениях кинестетической модальности более естественно достигается при представлении от 1-го лица, тогда как представление от 3-го лица, вероятно, требует для этого специфического опыта или установки субъекта. Примечательно, что концентрация и направленность внимания опосредует также и выраженность активации моторных зон коры в ответ на предъявляемые стимулы (Muthukumaraswamy, Singh, 2008), что объясняет результаты рассмотренных нейровизуализационных и др. инструментальных исследований.

Можно предположить, что использование мысленных образов с ракурсом от 3-го лица будет более оптимальным для высокоавтоматизированных технических приемов, выполнение которых не сопряжено с максимальной реализацией скоростно-силового потенциала. Вместе с тем, использование мысленных образов от 1-го лица будет более уместным в случаях отработки движений, в которых на первый план выходят скоростно-силовые показатели. Это в свою очередь способствует возрастанию сознательного акцента на усилие, сопровождающее движение.

2.5.3. Формирование репрезентативных образов в лыжных гонках

В данной главе представлено описание проведенного экспериментального исследования (Каминский, 2013; Веракса, Каминский и др., 2018; Каминский, Леонов, 2018; Каминский и др., 2020;) по изучению эффективности переключения образных представлений с ракурсом от 1-го или от 3-го лица у лыжников-гонщиков. Испытуемые были набраны в максимально широком диапазоне спортивной квалификации. В ходе работы мы получили последовательность в смене ракурсов образного представления в зависимости от уровня спортивного мастерства, соответствующую описанной Н.А. Бернштейном для реально выполняемого моторного навыка. В результате, можно сделать вывод о том, что эквивалентность фактически выполненного действия и его мысленного образа распространяется и на процессы контроля за ним. По нашим данным, оценка представленного движения «по внешней форме» наиболее часто предпринимается в образах с ракурсом от 3-его лица; субъекты, склонные к представлению от 1-ого лица, чаще остальных полагаются на невизуальные способы оценки движения и его результата; визуальную оценку результата движения практически в равной мере предпринимают спортсмены с преобладанием ракурса как от 1-ого, так и от 3-его лица.

В задачи исследования входило: определение особенности мысленных образов движения у лыжников-гонщиков различного уровня мастерства; выявление изменения двигательного образа и управления им, протекающие на фоне овладения соответствующим моторным навыком.

В исследовании приняли участие 54 лыжника-гонщика (14 девушек и 40 юношей в возрасте от 11 лет до 31 года): воспитанники московских спортивных школ СШОР №81 «Бабушкино» и ДЮСШ №102, а также ДЮСШ «Орбита» г. Дзержинский, члены сборной команды России по лыжным гонкам.

Квалификация испытуемых охватывала максимально возможный диапазон: 7 лыжников имели спортивный разряд от 3-его до 1-ого юношеского, 24 – 3-ий или 2-ой, 13 – 1-ый или кандидат в мастера спорта (КМС), 10 являлись мастерами спорта (МС), в т.ч. МС международного класса и заслуженные МС.

Определение уровня спортивного мастерства выполнялось на основе экспертных оценок по чистоте исполнения выбранных для анализа элементов, а также подсчета числа двигательных циклов в двух лыжероллерных забегах, один из которых проводился в режиме совмещения двух задач (англ. “dual task method”). В случае двойной задачи дополнительное задание предполагало запоминание последовательного расположения 5 точек, предъявленных во время забега, и его воспроизведение на пустом бланке сразу после финиша.

Уровень спортивного мастерства определялся на основе кластерного анализа оценок 2-х экспертов за исполнение каждого из 7 элементов одновременного двухшажного конькового хода, а также числа двигательных циклов в двух лыжероллерных забегах, один из которых проводился в режиме совмещения двух задач.

Между забегами лыжники заполняли шкалу реактивной тревожности Спилбергера-Ханина. Непосредственно после забегов - методику «таблицы Шульте».

Для исследования мысленного образа был разработан специально сконструированный опросный блок, фиксирующий особенности представления (ракурс, выраженность «чувства движения», специфика контроля представленного движения) 11 элементов одновременного двухшажного конькового хода (далее – ОДКХ).

Перечень технических элементов ОДКХ:

1. Вынос палок не ниже уровня макушки
2. Постановка палок
3. Подсед и толчок ногой
4. Навал на палки

5. Удержание угла в локтевом суставе

6. Выход на опорную ногу с сохранением равновесия

7. Доталкивание палка действует как продолжение руки

8. Доталкивание полный разгиб рук в локтевом суставе

9. Доталкивание рука и палка образуют прямую линию

10. Разгиб таза

11. Вынос палок до уровня глаз

Испытуемым была предложена следующая инструкция:

Забег № 1. Лыжники должны пройти тестовый участок трассы одновременным двухшажным коньковым ходом (ОДКХ), ориентируясь на индивидуальную среднесоревновательную скорость дистанции 5 км.

Забег № 2. В дополнение к инструкции забега № 1 применено задание, направленное на отведение внимания лыжников от двигательного контроля с целью диагностики индивидуальной устойчивости навыков.

Дополнительное задание: 5 флипчартов были размещены на тестовом участке трассы на расстоянии 20 метров друг от друга с нанесенными на них сетками 3×3 квадрата, в одном из которых по центру стояла черная точка (рисунок 2.14). Задача атлета – представлять данное поле 3×3 и мысленно вести по нему линию, соединяющую расположение пяти последовательно предъявленных точек, которую необходимо воспроизвести на пустом бланке сразу после финиша.

Помимо 11 опросных блоков, а также уже упомянутых методик испытуемые также прошли диагностику функциональных особенностей используемых ими образов с помощью опросника *“The Sport Imagery Questionnare”* (*SIQ*, Hall et al., 2005; «Опросник использования образов в спорте», адаптация: Веракса и др. (Веракса и др., 2014). Кроме того, испытуемые, не являющиеся членами сборной команды России, (N = 46) прошли тестирование по шкале личностной тревожности Спилбергера-Ханина (Spielberger et al., 1970;

адаптация: Ханин, 1976) и черно-белому варианту прогрессивных матриц Равена (Raven, 2008).

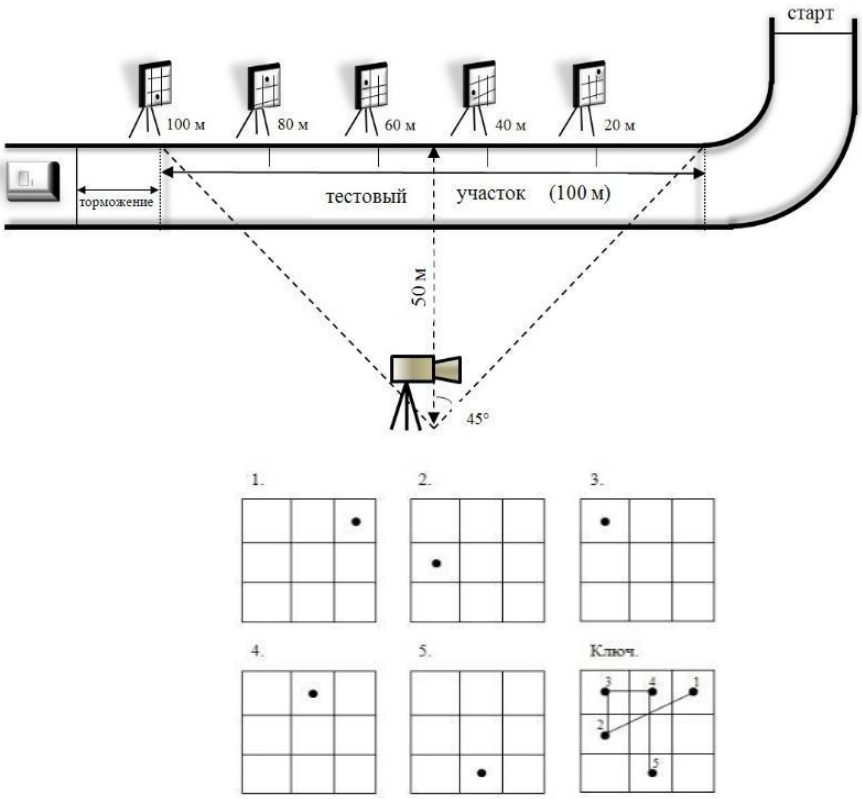


Рисунок 2.14 – Схема эксперимента

Оценка состояния спортсменов в период проведения забега № 2 показала отсутствие у испытуемых существенных признаков стрессовой реакции, а при сравнении показателей деятельности в забегах № 1 и 2 зафиксированы их достоверные изменения, сложность дополнительного задания была расценена как адекватная и воздействие, которое было запланировано осуществить в ходе эксперимента, признано состоявшимся. Достаточных оснований для исключения каких-либо результатов из процедуры дальнейшего анализа не выявлено.

Результаты тестирования по методике SIQ не выявили значимых корреляций между средним баллом за ракурс представления технических

элементов и частотой использования образов различных функциональных типов по итогам заполнения опросника SIQ (Веракса и др., 2014) выявлено не было.

Результаты исследования показали, что ракурс мысленного образа движения в рассматриваемой выборке лыжников зависит от уровня мастерства спортсменов. На начальных стадиях освоения навыков преобладает использование ракурса от 1-го лица. По мере роста технического мастерства от низкого к высокому наблюдается увеличение количества атлетов, чаще использующих мысленные образы от 3-го лица, а также дальнейшее сокращение количества таких атлетов при переходе к сборной команде России.

Более выраженное «чувство движения» связано с ракурсом от 1-ого лица. В то же время на каждом уровне мастерства оно сопровождает образы доминирующего ракурса. Наличие кинестезии является необходимым, но еще не достаточным условием для ее использования в качестве опорного источника информации о правильности представленного движения.

Проведенное исследование позволяет также сделать ряд выводов в отношении кинестетической модальности мысленного представления. Результаты исследования показали, что в общей массе испытуемые более склонны воспринимать кинестезию отчетливее в образе с ракурсом от 1-ого лица, чем в образе с ракурсом от 3-его.

Более подробные результаты представлены в статьях (Каминский, 2013; Каминский, Алмазова, Веракса, 2017; Каминский, Леонов, 2018, Каминский и др., 2020).

На основе представленных данных можно сделать несколько выводов относительно особенностей использования мысленных образов движений у лыжников-гонщиков:

- на начальных этапах формирования двигательного навыка преобладает контроль представленного движения сличением его видимой пространственной конфигурации с соответствующим эталоном визуальной модальности;

- на следующем уровне технической подготовленности спортсмены чаще используют «мышечное чувство» в качестве основного источника информации о правильности представленного движения;

- на высоких уровнях мастерства внимание спортсменов смещается от самого движения к двигательной задаче, вследствие чего наиболее актуальным материалом для оценки представленного движения становится его результат, фиксируемый в образе-эталоне прежде всего в визуальной модальности.

2.5.4. Исследование особенностей образных репрезентаций представления двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере стрельбы из лука

Статичные виды спортивной деятельности характеризуются достаточно стабильными внешними условиями спортивной ситуации. При этом на формирование образных репрезентаций преобладающее значение имеют проприоцептивные и зрительные факторы (ориентировки); основную часть времени занимает ориентировка на внутренние факторы; моторное движение - выстрел, при этом занимает крайне малую часть. Учитывая преобладание внутренних ориентировок при совершении двигательного действия (выстрела), а также стабильные внешние условия спортивной ситуации - можно выдвинуть предположение об эффективности использования мысленных тренировок для отработки спортивного мастерства.

Кроме того, в рамках проведенной исследования динамики мозговой активности у стрелков из лука во время совершения выстрела, а также мысленного представления выстрела, показана схожая активация, что показывает правомерность нашего предположения.

Стрельба из лука – это вид спорта, в котором производится стрельба из лука стрелами на точность или дальность. Стрельба ведется сериями по три

или по шесть стрел. По стандартам World Archery на серию из 3 стрел даётся 2 минуты, на серию из 6 стрел 4 минуты.

В профессиональной подготовке лучников важное значение имеет психологическая подготовка. К важным психологическим качествам стрелков из лука можно отнести психоэмоциональную устойчивость, помехоустойчивость, различные аспекты внимания, включая способность к быстрому переключению внимания, высокую скорость зрительно-моторной реакции, а также способность к длительной концентрации и удержанию внимания на конкретном объекте или задаче (Романина, Дашинимаева, 2012).

Как мы видим, различные аспекты внимания являются одними из важнейших психологических аспектов, влияющих на успешность выступления в стрельбе из лука. При этом спортивные психологии выделяют зрительный контроль внимания и умственный контроль внимания (Касаткин, Ахмерова, Грушко, 2014). К последнему относится концентрация на внутренних ощущениях и удержание образа движения. К зрительному контролю внимания относится способность концентрироваться на мишени. Такой контроль внимания считается более оптимальным, поскольку позволяет отстраняться от внутренних и внешних помех, позволяя спортсмену чувствовать себя более уверенно (Lee, 2009). Кроме того, поскольку профессиональные лучники характеризуются автоматизацией навыков, связанных с выполнением выстрела, то более оптимальным будет концентрация внимания на мишени и процессе прицеливания в целях избегания анализа собственных движений и возможных их сбоях (Haywood, 2006).

На ровне со способностью концентрироваться на мишени в стрелковом спорте очень важна моторная координация рук. В некоторых исследованиях показано, что профессиональные стрелки из лука могут удерживать высокую концентрацию внимания на мишени и одновременно контролировать кинестетические образы движений (Bertollo, Robazza, Falasca, 2012). Таким

образом, одним из профессионально важных качеств стрелков из лука является способность одновременного совмещения внутреннего и внешнего внимания.

Однако слишком сильная концентрация внимания на кинестетических ощущениях, а также различные негативные эмоции и мысли могут привести к нарушению выполнения автоматизированных навыков, связанных с выстрелом, в том числе у профессиональных спортсменов. В стрессовых ситуациях рекомендуется сосредотачивать внимание на нескольких основных компонентах действия, что должно помочь спортсмену вывести себя из неблагоприятного состояния (Иткис, 1982; Bortoli et. al., 2012).

Успешность в стрелковых видах спорта помимо различных аспектов внимания также ассоциирована с развитием и сформированностью ряда психофизиологических свойств, в частности, скоростью психомоторных реакций (простая зрительно-моторная реакция, реакция выбора, реакция на движущийся объект и др.) (Байдыченко, Лисенко, 2013).

Подробное описание исследования представлено в статье (Веракса и др., 2016; Коробейникова, 2017).

В исследовании приняли участие спортсмены-лучники из разных регионов России (средний возраст 16.29 ± 1.74; N=65, юношей – 34, девушек – 31), выступающие на молодежных соревнованиях по стрельбе из лука. Стаж занятий стрельбой 4.46 ± 1.93 года. Из классического лука стреляют 36 человек, из блочного лука – 29. Все спортсмены имеют спортивный разряд не ниже 3 (3-1 разряды – 11 человек; КМС – 13 человек; МС – 39 человек; МСМК – 2 человека).

В соответствии с задачами исследования, испытуемые были поделены на группы по нескольким критериям:

по критерию стажа занятий стрельбой из лука было выделено 3 группы: «от 1 года до 3 лет», «от 4 до 5 лет» и «от 6 до 8 лет» занятий;

по критерию возраста было выделено 2 группы испытуемых: «младшие» (от 13 до 16 лет) и «старшие» (от 17 до 19 лет), в соответствии с правилами

соревнований по стрельбе из лука (утвержденными приказом Минспорттуризма России от «29» марта 2010 г. № 233);

по критерию уровня профессиональной успешности, спортсмены были разделены на 2 группы: в первую вошли спортсмены, выступающие за молодежную команду сборной России «сборная России» (N=29), в другую группу вошли спортсмены, которые не участвовали в международных соревнованиях, а выступали только на всероссийских и региональных соревнованиях – «команда региона» (N=36).

Учитывая особенности статичных видов спорта, описанные нами ранее, включая характер формирования образных репрезентаций с преобладающей ориентировкой на внутренние факторы и в меньшей степени - на внешние, методы исследования репрезентативных образов в таких видах спорта, соответственно, также должны быть направлены в первую очередь на изучение внутренних особенностей их формирования.

Таким образом, учитывая психологические особенности подготовки лучников, а также характер формирования репрезентативных образов, нами были выбран ряд психологических методик, направленных на изучение процессов и особенностей внимания у лучников:

• «Красно-черные таблицы» для оценки уровня распределения и переключения внимания – на экране монитора предъявлялся квадрат 7*7 клеток с черными и красными цифрами. В задачу испытуемых входило в определенной последовательности находить цифры и отмечать их путем нажатия левой кнопкой мыши на соответствующей клетке рабочего поля;

• «Кольца Ландольта» для оценки уровня продуктивности внимания – на экране монитора предъявлялись ряды расположенных в случайном порядке колец с разрывами в одном из восьми возможных положений, всего 15 рядов по 20 колец в каждом. В задачу испытуемых входило путем нажатия левой кнопкой мыши отмечать все кольца с разрывом в том или ином направлении. После

нажатия на определенное кольцо, на экране поверх кольца появлялась желтая линия;

• «Слепота к изменениям» для определения выраженности феномена слепоты к изменениям на основе парадигмы мерцания (Gusev, Mikhaylova, Utochkin, 2014) - на экране монитора предъявлялись циклы стимульных материалов, состоящие из 5 или же 20 цветных квадратов, расположенных в регулярной или нерегулярной структуре. Один цикл представлял собой следующую последовательность: оригинальное изображение (цветные квадраты на белом фоне) (400 мс), далее межстимульный интервал – серый фон (200 мс), затем измененное изображение (400 мс), и снова межстимульный интервал (200 мс), затем цикл повторялся заново. Предъявление одного и того же цикла продолжалось вплоть до ответа испытуемого, после чего, автоматически запускался следующий цикл;

• «Геометрические фигуры» для оценки оперативной памяти - методика состоит из двух этапов: на первом, испытуемым предлагается запомнить 9 геометрических фигур, которые предъявляются последовательно в центре экрана монитора, по одной секунде на каждую фигуру. Затем, во второй серии испытуемому предлагается опознать только что просмотренные фигуры в расширенном наборе из 25 фигур, в которых помимо референтных стимулов также предъявляются нереферентные. После предъявления фигуры на экране, испытуемому необходимо ответить, щелкнув левой кнопкой мыши по кнопке на экране – «Да», если фигура, предъявляемая на экране в данный момент, уже была показана, или же кнопку «Нет», если в первой серии данную фигуру не предъявляли.

Со спортсменами после проведения процедуры проводилась беседа с целью понять, как именно они представляли выстрелы (сделан ли акцент на зрительный образ, на телесный образ, техническое движение или др.).

Результаты продуктивности в методике «геометрические фигуры» на оперативную память и точности в методиках «слепота к изменениям» и «кольца Ландольта», которые отражают правильность выполнения данных заданий в диапазоне от 0 до 1, можно отметить, что точнее всего испытуемые проходили последнюю методику «кольца Ландольта» (Рис. 2.15).

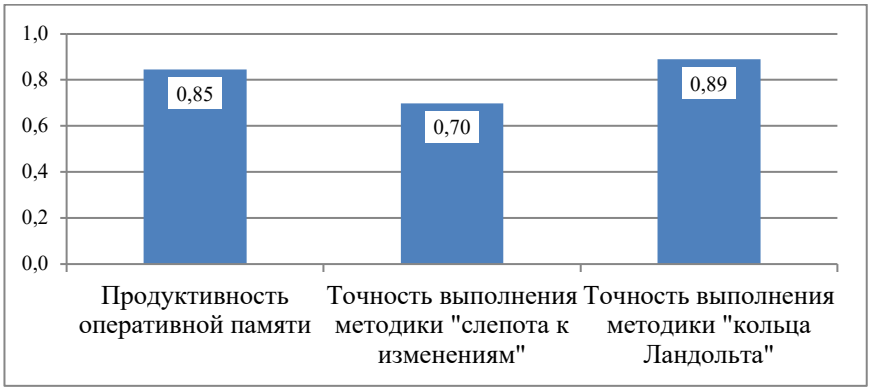


Рисунок 2.15 – Показатели эффективности выполнения методик

Рассматривая показатель интегральной продуктивности в методике «слепота к изменениям», а также рассчитываемый по схожей формуле показатель индекса концентрации внимания в методике «кольца Ландольта» в виде графиков, можно оценить характер выполнения данных методик испытуемыми. Так, большинство испытуемых выполняло методику «слепота к изменениям» точно, но медленно (относительно максимальных и минимальных значений показателя темпа в данном исследовании) (Рис. 2.16).

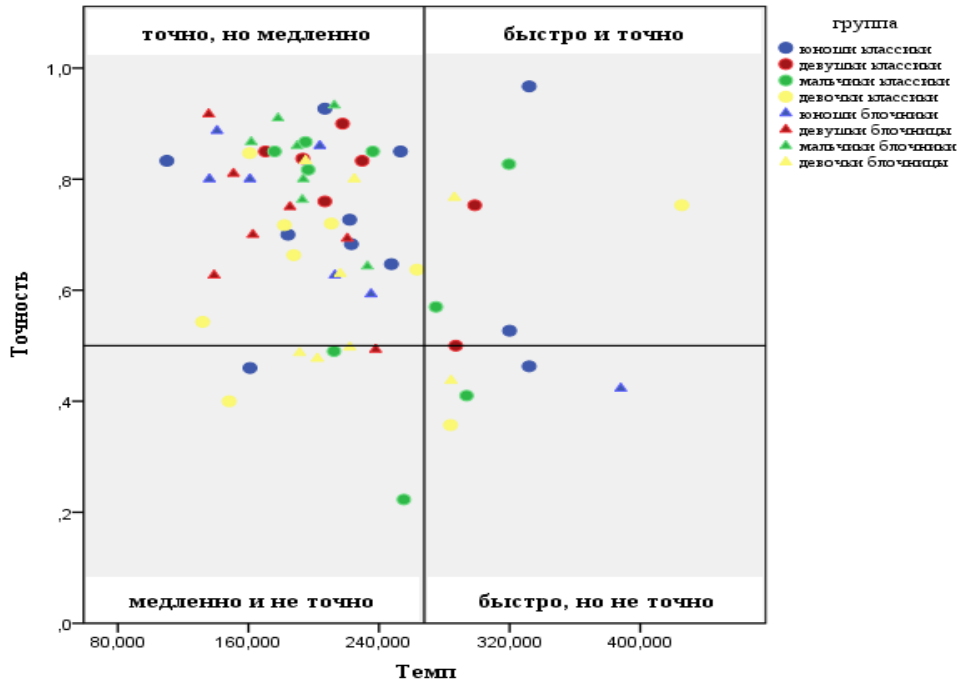


Рисунок 2.16 – Продуктивность выполнения методики «слепота к изменениям»

Методика «кольца Ландольта» выполнялась испытуемыми более точно, и с меньшим разбросом, и быстро (относительно максимальных и минимальных значений показателя в данном исследовании) (Рис. 2.17).

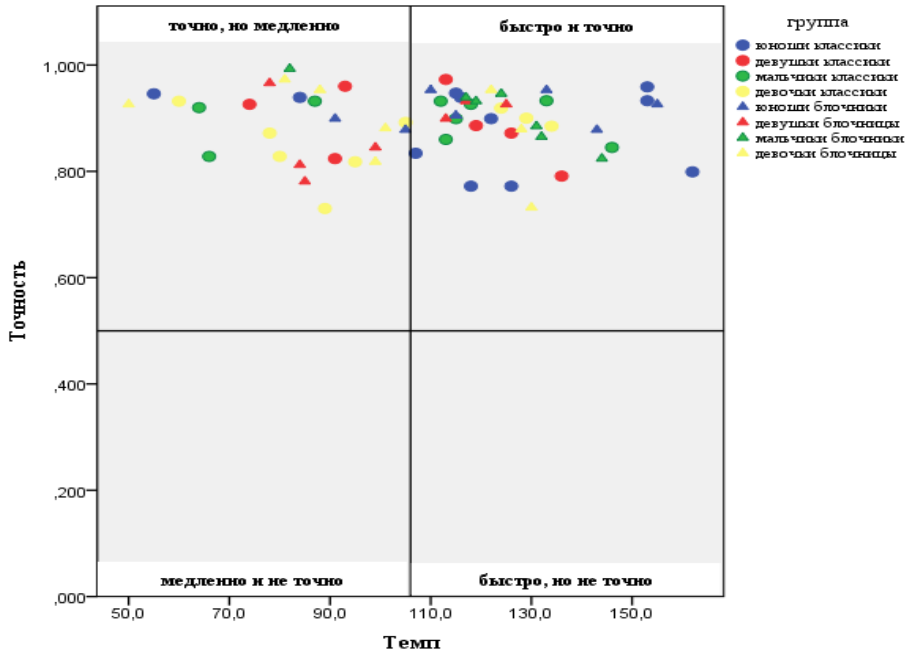


Рисунок 2.17 – Продуктивность (ИКВ) выполнения методики «кольца Ландольта»

В результате проведенного нами исследования, между юношами и девушками, по критерию Манна-Уитни были выявлены статистически значимые различия по времени выполнения методики «кольца Ландольта» (U=354.0, p=0.023), темпу работы в этой же методике (U=355.0, p=0.024) и вычисляемому индексу концентрации внимания по данной методике (U=327.0, p=0.009) (Таблица 2.4). Отмечено, что у юношей значимо выше темп выполнения работы данной методики, а также рассчитываемый на основе темпа индекс концентрации внимания. Кроме того, полученные результаты отражают, что девушки, в среднем, уделяли методике на одну минуту больше, чем юноши.

Таблица 2.4 – Значения показателей методик по полу

	«девушки»		«юноши»	
	Ср. знач.	Ст. откл.	Ср. знач.	Ст. откл.
Время работы (с) по методике «кольца Ландольта»	563.68*	153.81	493.47*	147.77
Индекс концентрации внимания по методике «кольца Ландольта»	89.08**	20.75	104.60**	23.41
Темп (зн/м) по методике «кольца Ландольта»	101.48*	22.87	116.65*	26.34
Примечание. *. Различия значимы на уровне 0.05. **. Различия значимы на уровне 0.01.				

Также, с помощью данного критерия было отмечено различие в показателе «Замедление 5->20» между группами спортсменов по возрасту. Так, у старших спортсменов наблюдается значимое снижение продуктивности работы в методике «слепота к изменениям», при увеличении количества квадратов в стимульном материале (U=351.0, p=0.020), по сравнению с младшими.

В то же время, статистически значимых различий между спортсменами, стреляющими из разных видов лука, выявлено не было. Также не было отмечено различий между группами спортсменов по критерию стажа занятий стрельбой из лука.

Между группами испытуемых, в зависимости от уровня их профессиональной успешности, были выявлены значимые различия по критерию Манна-Уитни по количеству ошибок (U=341.500, p=0.016), а также по реакции (U=364.500, p=0.038) в третьей серии методики «красно-черные таблицы». Отмечено, что спортсмены, входящие в состав молодежной сборной команды России, допускают меньше ошибок и быстрее отыскивают числа в последней серии данной методики.

Кроме того, среди групп испытуемых, выделенных по нескольким критериям в зависимости от вида лука, пола и возраста спортсменов, с помощью критерия Краскела-Уоллиса были выявлены статистически значимые различия по параметрам: продуктивность оперативной памяти (H=17.037, p=0.017) (Рис. 2.18), продуктивность выполнения методики «слепота к изменениям» по всем неложным пробам (H=14.659, p=0.041) (Рис. 2.19), а также продуктивность ее выполнения в сериях с 20 квадратами (H=16.309, p=0.022) (Рис. 2.20).

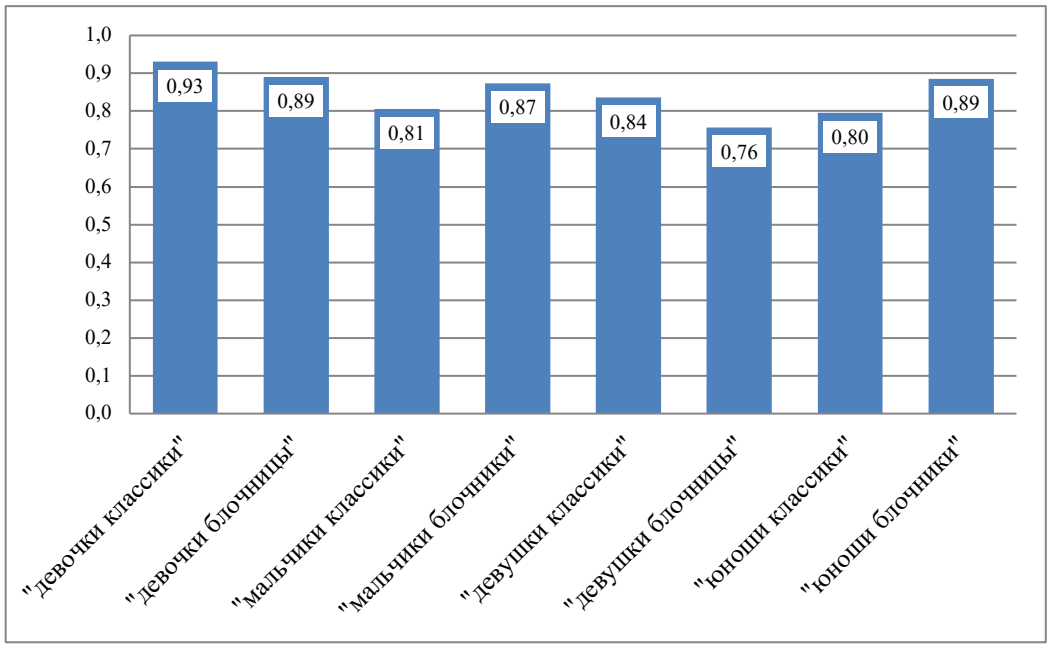


Рисунок 2.18 – Значения показателя продуктивности оперативной памяти среди групп испытуемых

Можно отметить, что старшие спортсменки, стреляющие из блочного лука, менее успешно выполняли методику, направленную на изучение оперативной памяти (Рис. 2.18), и часть заданий в методике «слепота к изменениям» (Рис. 2.19, 2.20).

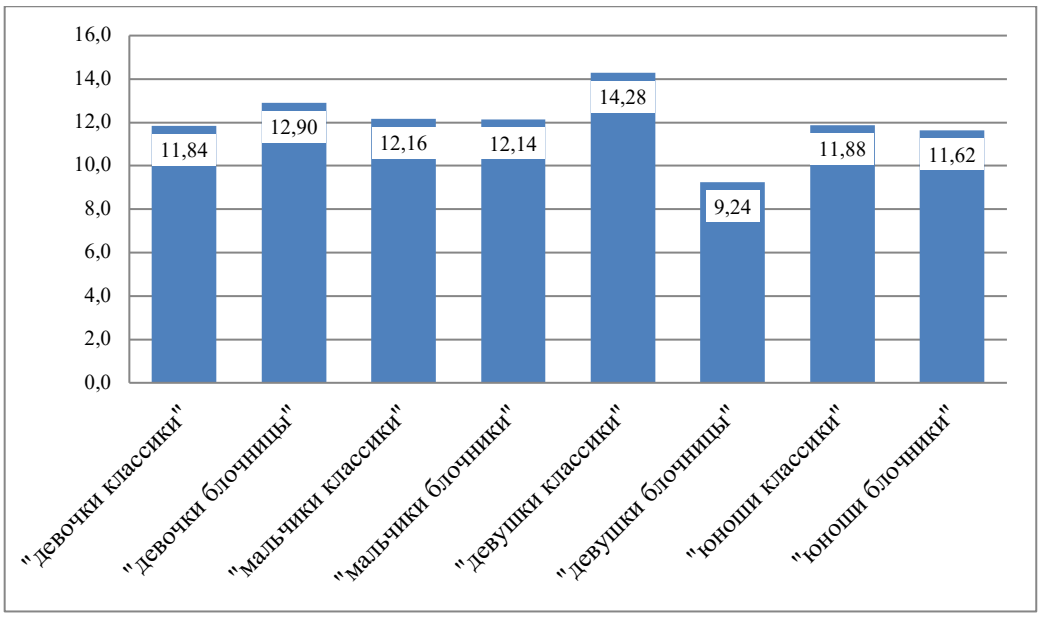


Рисунок 2.19 – Значения показателя продуктивности выполнения методики «слепота к изменениям» по всем неложным пробам

В тоже время, спортсменки старшей возрастной группы, но стреляющие из классического лука, показали наибольшую продуктивность в тех же сериях методики (Рис. 2.19, 2.20), тогда как остальные спортсмены выполнили задания примерно одинаково.

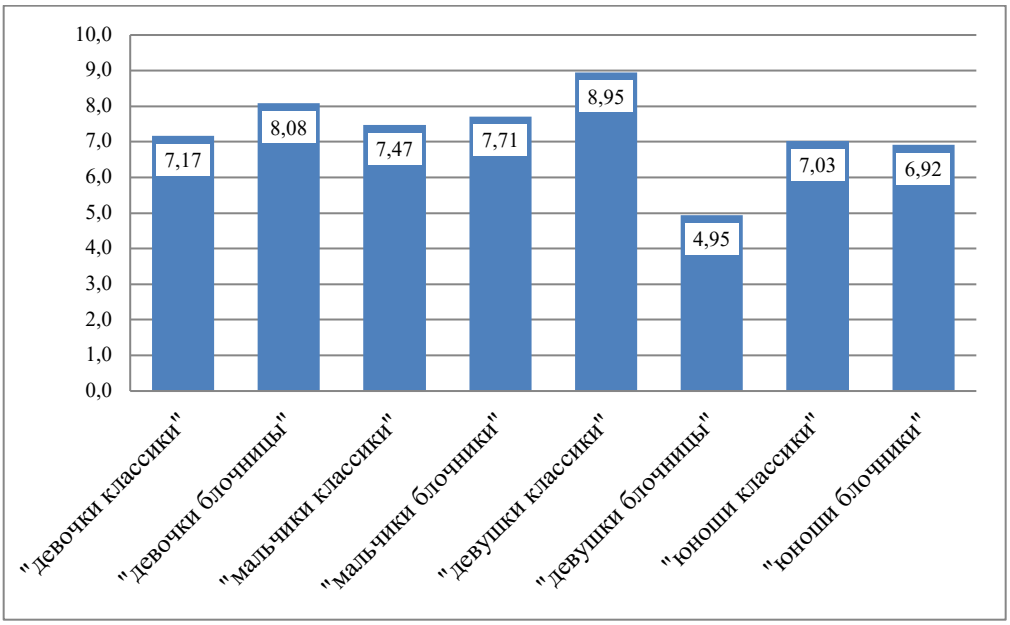


Рисунок 2.20 – Значения показателя продуктивности выполнения методики «слепота к изменениям» по пробам с 20 квадратами

В результате проведенного нами исследования, с помощью однофакторного дисперсионного анализа было отмечено влияние фактора «возраст» на показатель продуктивности оперативной памяти (F=3.486, p=0.005) в методике «слепота к изменениям». Так, под влиянием возраста, у спортсменов-лучников несколько снижается показатель продуктивности оперативной памяти (Рис. 2.21).

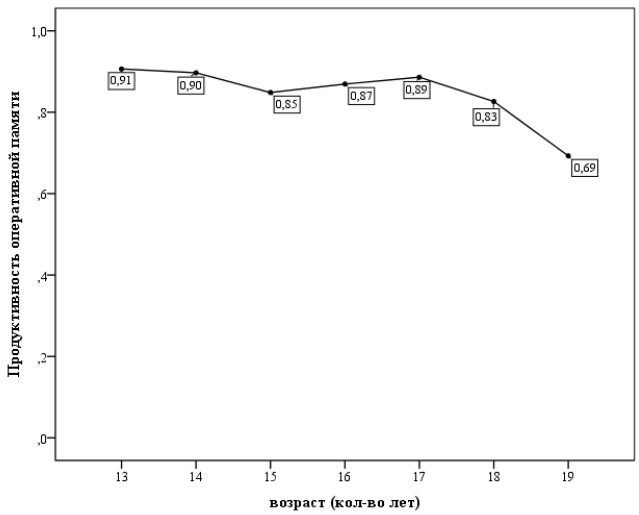


Рисунок 2.21 – Влияние возраста на показатель продуктивности оперативной памяти

Кроме того, в методике «слепота к изменениям» также было выявлено влияние возраста на показатель «замедление 5->20» (F=3.366, p=0.006). В целом, при повышении возраста испытуемых, продуктивность их работы снижается, при увеличении количества квадратов в предъявляемом изображении, т.е. увеличивается разность продуктивности выполнения между заданиями с пятью и двадцатью квадратами (Рис. 2.21).

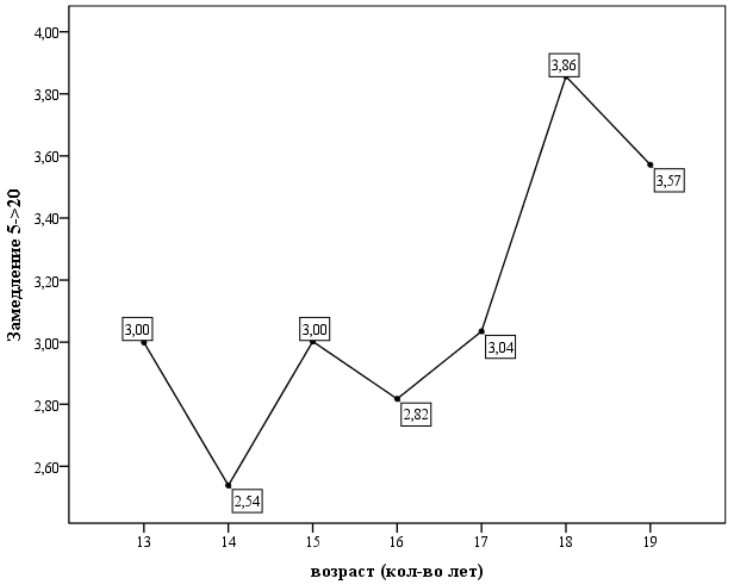


Рисунок 2.21 – Влияние возраста на показатель «замедление 5->20»

Помимо этого, в работе также было отмечено влияние стажа занятий стрельбой из лука на изменения показателя «замедление 5->20» в методике «слепота к изменениям». В целом можно отметить нелинейный характер изменений показателя (F=3.024, p=0.009), однако тенденция к повышению различий между продуктивностью выполнения заданий с разной информационной нагрузкой все же прослеживается (Рис. 2.22).

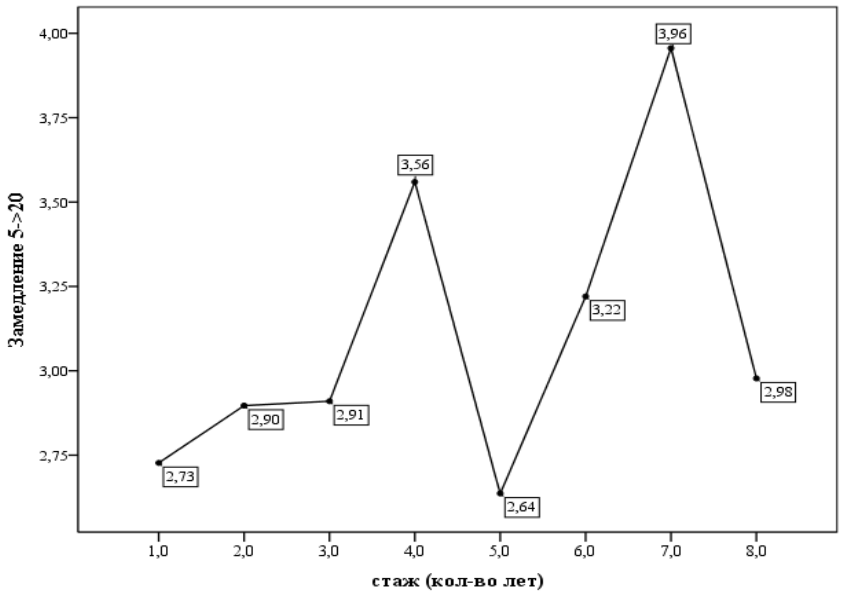
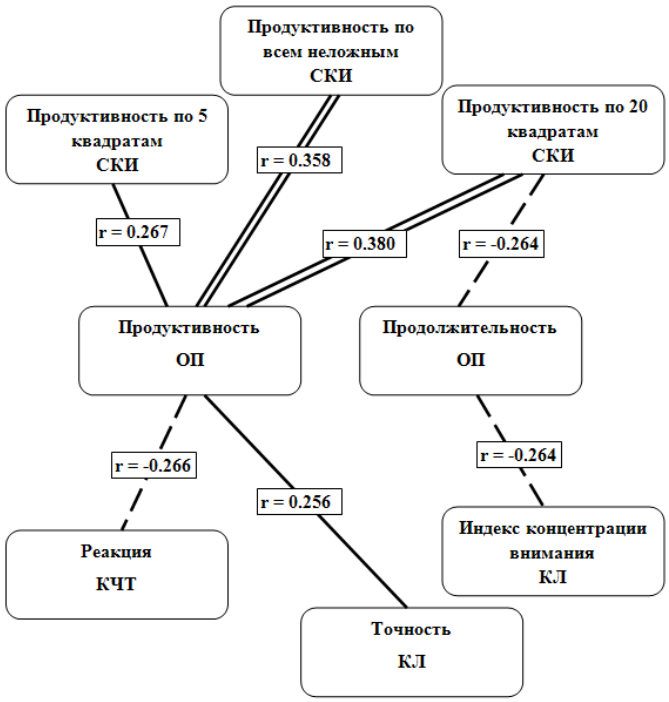


Рисунок 2.22 – Влияние стажа занятий на показатель «замедление 5->20»

В то же время, не было выявлено влияние разряда, как уровня спортивного мастерства спортсмена, на исследуемые параметры свойств внимания.

Для выявления значимых корреляций между методиками по исследуемым параметрам, был проведен анализ парных корреляций по критерию Спирмана. В результате проведенного анализа, были отобраны корреляции, величина которых считается статистически достоверной (при уровне значимости 0.01 и 0.05), на основе чего были построены корреляционные плеяды связей между показателями оперативной памяти с остальными методиками на внимание (Рис. 2.23), а также между исследуемыми показателями методик на внимание (Рис. 2.24).

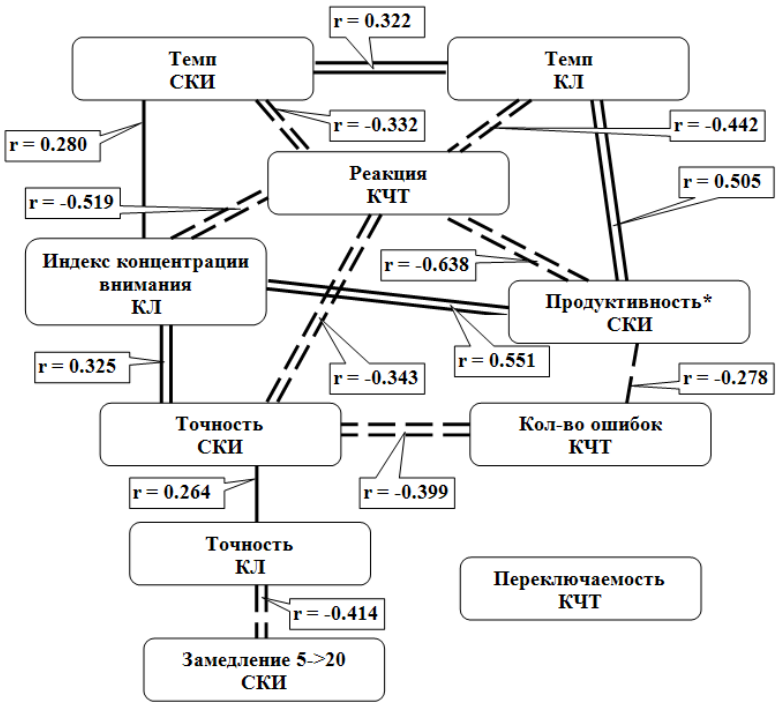


Примечание.

- положительная корреляция на уровне значимости 0,05
- положительная корреляция на уровне значимости 0,01
- отрицательная корреляция на уровне значимости 0,05
- отрицательная корреляция на уровне значимости 0,01

Рисунок 2.23 – Корреляционные связи показателей оперативной памяти с методиками на внимание

Стоит отметить, что для построения корреляционных плеяд были использованы не все исследуемые показатели. А именно, исключен показатель времени выполнения методики «кольца Ландольта» в связи с тем, что другой показатель – «темп», также отражает временные характеристики выполнения данной методики и имеет практически идентичные коэффициенты корреляции (противоположные по знаку) в силу специфики отношений параметров времени и темпа. Кроме того, в плеяде, отражающей корреляционные связи между методиками на внимание, удалены из анализа показатели продуктивности методики «слепота к изменениям» по неложным сериям, а также по сериям с 5 и 20 квадратами, которые, по сути, входят в состав показателя общей продуктивности.



Примечание. Продуктивность СКИ* - показатель общей продуктивности по методике «слепота к изменениям» (корреляции остальных показателей продуктивности дублируют связи с данным параметром, в связи с чем, мы посчитали излишним отдельное их рассмотрение).

- положительная корреляция на уровне значимости 0,05
- положительная корреляция на уровне значимости 0,01
- отрицательная корреляция на уровне значимости 0,05
- отрицательная корреляция на уровне значимости 0,01

Рисунок 2.24 – Корреляционные связи между показателями методик на внимание

В результате проведенного исследования было выявлено, что наиболее успешно спортсмены выполнили методику «кольца Ландольта», которая при этом выполнялась последней, эффективность остальных методик также высока. Вследствие чего можно сделать вывод о высоком уровне устойчивости внимания у спортсменов-лучников.

Кроме того, мы считаем, что наличие в стимульном материале колец с разрывами «на 4 и на 11 часов» могло отразиться на повышении эффективности выполнения методики «кольца Ландольта». В спортивной практике лучники часто используют аналогичные термины для оценки попадания стрелы, и

спортсмены вынуждены хорошо ориентироваться в них, например, для корректировки прицела, после комментария тренера «восемь на шесть часов».

Рассматривая продуктивность выполнения методики «слепота к изменениям» по характеру точности и скорости выполнения отмечено, что большинство спортсменов выполняют данную методику точно, но медленно, относительно максимальных и минимальных значений, выявленных в данном исследовании. Спортсмены лучники в большей степени ориентировались на точность выполнения задания и иногда подолгу рассматривали экран монитора на наличие или отсутствие изменений.

В то же время, оценка индекса концентрации внимания, как показателя продуктивности работы спортсменов в методике «кольца Ландольта», позволяет говорить не только о высоком уровне точности результатов, но также о быстром темпе выполнения методики у большинства испытуемых (относительно максимальных и минимальных значений, полученных в нашем исследовании). При этом, изменение темпа работы у остальных спортсменов никак не влияло на успешность нахождения релевантных символов, что говорит в пользу высокого уровня устойчивости внимания спортсменов лучников. В данной методике также отмечены статистически значимые различия в длительности выполнения задания и вычисляемых на ее основе показателей темпа и индекса концентрации внимания, среди юношей и девушек. Так, в среднем, девушки тратили на выполнение методики на минуту больше, чем юноши, в связи с чем, полученные показатели темпа и концентрации внимания у юношей оказались выше, чем у девушек. Стоит отметить, что различия в показателях концентрации внимания между ними связаны именно с различиями в скорости прохождения методики, а не с точностью ее выполнения.

Интересным, на наш взгляд, является показатель «Замедление 5->20» в методике «слепота к изменениям». Несмотря на то, что данная методика направлена в первую очередь на выявление феномена внимания, наличие серий

с разным количеством информации в предъявляемом материале позволяет также охарактеризовать объем и уровень распределения внимания у испытуемых. Поскольку в сериях с большим количеством элементов необходимо не только распределить внимание на все квадраты, но также оценить их на предмет изменения при мелькании, в процессе чего задействуется еще и оперативная память. В связи с этим, меньшее значение показателя замедления у спортсменов из младшей возрастной группы говорит о лучшем распределении и большем объеме внимания, по сравнению со старшими лучниками. Это может быть связано, в том числе, с повышением концентрации и сужением объема внимания у спортсменов старшей группы, в связи со спортивной деятельностью, где присутствует высокая концентрация внимания на малом количестве релевантных стимулов. Данное предположение также подтверждается влиянием возраста на снижение продуктивности оперативной памяти, а также на повышение показателя замедления в методике «слепота к изменениям», выявленным с помощью однофакторного дисперсионного анализа.

Стоит отметить отсутствие статистических различий между спортсменами, стреляющими из разных видов лука, а также между группами испытуемых по критерию стажа занятий. Можно заключить, что специфика соревновательной деятельности предъявляет одинаковые требования к вниманию спортсменов-лучников, которое направлено на одни и те же задачи – правильное, техничное выполнение выстрела и точное прицеливание в мишень. Кроме того, отсутствие различий между группами испытуемых по критерию стажа занятий скорее всего вызвано высоким процентом успешных спортсменов среди испытуемых, напомним, что больше половины испытуемых имеют звание мастера спорта России, при этом стаж спортсменов варьируется в пределах от трех до восьми лет занятий, а значит показатель стажа занятий не является эффективным при оценке уровня продуктивности спортивной деятельности. По этой же причине, на наш взгляд, не было выявлено влияние разряда испытуемых на исследуемые

показатели свойств внимания, поскольку система разрядов не отражает в полной мере уровень успешности спортсмена-лучника.

Для оценки уровня профессиональной успешности спортсменов был выбран показатель уровня соревнований, на которых имел возможность выступать спортсмены: международные соревнования, всероссийские или региональные. В связи с небольшим количеством испытуемых, выступающих только на региональных соревнованиях, мы сравнивали группу спортсменов, представляющих сборную команду России и группу менее успешных спортсменов. В результате, были выявлены значимые различия в показателях реакции и количества ошибок в методике «красно-черные таблицы». Поскольку показатель реакции в данной методике отражает уровень распределения внимания, был сделан вывод о лучшем распределении внимания у спортсменов из состава сборной России, по сравнению с менее успешными лучниками, на основе того что они быстрее отыскивали числа и допускали меньше количество ошибок в третьей серии методики.

В исследовании были выявлены значимые различия между группами испытуемых по полу, возрасту и уровню профессиональной успешности. Установлено, что девушки выполняют методики на внимание с более низким темпом, однако различия в скорости выполнения методик у лучников практически не влияют на точность работы. При этом, было выявлено влияние возраста, а также отмечена тенденция к влиянию стажа на снижение объема и распределения внимания у спортсменов. В то же время, у более успешных спортсменов, по сравнению с остальными, показатели распределения внимания выше, чем у остальных.

Таким образом, для спортсменов-лучников свойственны высокие показатели устойчивости внимания, а также высокая эффективность решения задач на внимание. В то же время, отмечено снижение продуктивности выполнения методик на внимание при увеличении количества предъявляемых

стимулов, тогда как профессиональная успешность спортсменов оказалась связана с умением при необходимости распределять внимание. Таким образом, можно сделать вывод о необходимости тренировки навыков распределения внимания в процессе психологической подготовки стрелков из лука, для предотвращения «сужения» внимания в процессе спортивной деятельности лучников.

Между спортсменами, стреляющими из разных видов лука, различий выявлено не было, в связи с чем, можно говорить о единообразии задач, связанных с вниманием, в спортивной практике лучников.

В таблице 2.5 представлены результаты, характеризующие спортсменов (пол, разряд), результаты стрельбы (экспериментальной и контрольной), а также результаты диагностических интервью о том, как именно стрелки представляли выстрелы (сделан ли акцент на зрительный образ, на телесный образ, техническое движение или др.).

Таблица 2.5 – Результаты опроса испытуемых после упражнений на представление выстрелов

Испытуемые	**Упражнение на стрельбу**		
	представление	***имитация***	***выстрелы***
1	зрительные и телесные образы от 1 лица, иногда были помехи (на 3 и 4 выстрелах)	только мышечные образы, все четко	последняя стрела плохо попала
2	сначала мышечные (спереди), потом себя со стороны (зрительно) и потом ощущение собственного выстрела, на 83-85%, не было полностью ощущения выстрела	с колчаном; только собственные ощущения, на 83-85%	4 и 5 понравились по времени и по прицеливанию, по исполнению
3	левую поднять, мушку поставить, чисто правой тянуть (телесный образ)	с колчаном; левую поднять, мушку поставить, чисто правой тянуть (телесный образ)	4 и 5 выстрелы не получились
4	зрительный образ от 1 лица, не очень четко, 60% плохо увидеть правую руку, напряжение	более ясные телесные ощущения, лучше представлялось	1 довольно уверенный, последние 3 выстрела неуверенные, нетуда полетит думала
5	Как на тренировке, образ от 1 лица, зрительный	Как на тренировке, образ от 1 лица, зрительный	1 и последний очень хотелось попасть, не понравились
6	успешные выстрелы, полностью представлял, полная серия от начала до конца (с заряжением стрел)	лук сразу заряженый был, конкретная мишень представлялась, все попал в 10ки	все отлично было

7	Контроль всех действий, полное представление с 2х ракурсов (как 2 монитора)	точные движения; Контроль всех действий, полное представление с 2х ракурсов (как 2 монитора)	ошибка во 2 выстреле, застоял
8	со стороны со спины (зрительный)	со стороны со спины (зрительный)	все хорошо
9	закрыл глаза; стрелу заряжал, натягивал, смотрю на кончик, мушка, тяга, выстрел (зрительный образ)	то же самое, дотяг правой рукой	все хорошо
10	спокойный уверенный выстрел от 1 лица, все получилось (зрительный) телесных образов не было	спокойный уверенный выстрел от 1 лица, все получилось (зрительный, или даже эмоциональный?) телесных образов не было	2 и 3 не понравились, расплывчатая мушка
11	зрительный образ движения, последовательно, получалось на 95%, маленькие недочеты в технике	с колчаном; зрительный образ движения, последовательно, получалось на 95%, маленькие недочеты в технике	последний выстрел застоялся

Выявлены различия у спортсменов по стратегиям представления выстрелов. Спортсмены, показавшие высокие результаты, характеризовались более четкими зрительными образами во всех пробах на представление. Тогда как у менее эффективных спортсменов чаще наблюдались нечеткие зрительные образы и более ясные телесные ощущения.

Было показано, что при представлении стрелковых движений эффективной является стратегия представления зрительных образов по сравнению с телесными.

2.6. Исследование темпоральных характеристик образных репрезентаций двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере синхронного плавания и тяжелой атлетики

Проблема восприятия времени в науке связана с отражением в психике и сознании человека системы «временных отношений» между событиями его жизни и деятельности. В осознанное выполнение двигательного действия, в его содержание включается длительность двигательного действия, его темп и ритм, скорость и ускорение движений, временная последовательность выполнения отдельных элементов двигательного действия.

При выполнении различных действий (перцептивных, трудовых, учебных и пр.) человек не только преобразует заданный материал, но может также оценить, отмерить, сравнить или воспроизвести длительность этих действий. Успешность в спорте напрямую связана с тем, насколько эффективно человек может оперировать временными интервалами, соразмерять и контролировать их, в идеальном случае, управлять ими. В практической сфере существует острая необходимость в адекватном психодиагностическом инструментарии, позволяющем осуществлять подбор, отбор, тренировку спортсменов, исходя из определения особенностей чувства времени человека.

Значительный вклад в решении проблемы восприятия и оценивания длительности временных интервалов (порядка нескольких миллисекунд), рассчитывания своих действий во времени был сделан С.Г. Геллерштейном. Им использовался термин «чувство времени», под которым понимался «сложный процесс восприятия» времени, основанный на различных ощущениях, в основном слуховых и мышечных, в русле концепции И.М. Сеченова (Геллерштейн, 1958). С.Г.Геллерштейн говорит о понятии чувства времени, а не просто о его восприятии, ставя акцент на комплексности анализаторных систем, участвующих в этом процессе.

От умения чувствовать временные характеристики происходящих явлений совершаемых действий зависит эффективность профессиональной деятельности человека.

Очевидно, что подобное умение является чрезвычайно важным для спортсменов практически любых видов спорта. Спортсмен действует в условиях, когда окружающая действительность в каждый конкретный момент по-своему уникальна и каждый раз он должен реагировать именно с той скоростью, которая наиболее целесообразна в данный конкретный момент.

Испытуемыми выступили 28 спортсменов различной специализации: спринтеры, фехтовальщики, баскетболисты, боксеры, штангисты, марафонцы.

Благодаря продолжительной и целенаправленной работе по предложенной С.Г. Геллерштейном методике, данные испытуемые значимо ускорили свою двигательную реакцию, но, что самое главное, они обучились умению контролировать её, варьировать в зависимости от того, какая скорость реакции необходима в данный конкретный момент. Испытуемые научились чувствовать время, точнее, его микроэлементы – различать сотые доли секунды. Большую роль в восприятии и оценке чрезвычайно малых отрезков времени, как оказалось, играет умение связать их с конкретным числом. Подобную закономерность подчеркивают и другие авторы. Так, Д.Г. Элькин экспериментально доказал, что восприятие времени с участием второсигнальных связей превосходит восприятие времени в пределах первосигнальной системы. Овладевая временными мерами и их словесными обозначениями, испытуемые значительно адекватнее стали воспринимать длительность интервалов в пределах второсигнальных связей (Элькин, 1962). Восприятие длительности, по его мнению, происходит при взаимодействии сигнальных систем действительности. Кроме того, Л.Д. Драголи показал, что овладение временными наречиями позволяет адекватно выражать соответствующие им временные понятия (Драголи, 1969).

И.Н. Преображенский применил методику, предложенную С.Г. Геллерштейн, в своей работе с баскетболистами (Преображенский, 1953). Аналогичные результаты, но уже при работе с боксерами, получил Н.А. Худадов. В результате проделанной работы боксёры развили быстроту ударов и скорость двигательной реакции, научились управлять своими скоростными действиями на основе чувства микроэлементов времени, получающего свое развитие благодаря специальной методике работы (Худадов, 1952).

Все авторы отмечают, что успехи в восприятии времени и контроле двигательной реакции носят не сугубо лабораторный характер. Отмечается, что испытуемые совершенствуют свое спортивное мастерство в целом, воспринимают себя более «быстрыми» и «реагирующими».

2.6.1. Исследование темпоральных характеристик образных репрезентаций двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере синхронного плавания

Синхронное плавание – сложно-координационный вид спорта, требующий хорошей ориентации в пространстве и высокой точности выполнения движений, сочетающий в элементы хореографии, художественной гимнастики, акробатики, ритмики (Bespalov, Leonov, 2012).

Спецификой синхронного плавания является выполнение вертикальных и горизонтальных позиций при условии создания руками постоянной опоры о воду. Водная среда при этом обусловливает особенности движений спортсменов. В данном виде спорта оценивается преимущественно правильность положения и движений ног, туловища и головы. Результат на соревнованиях определяется судейскими оценками за выполнение синхронистками соревновательной программы, важнейшим компонентом которой является техническая сложность демонстрируемых элементов (Литвиненко, 2016).

С позиции формирования репрезентативных образов синхронное плавание характеризуется ориентировкой как на внутренние факторы (проприоцептивные, кинестетические, «чувство времени», «чувство такта»), так и на внешние (участников по команде). Полнота ориентировки в синхронном плавании складывается из огромного множества факторов, как внешней среды, так и внутренней. Однако первостепенное значение будут иметь такие факторы, как кинестетические ощущения и субъективное ощущение времени/ритма, поскольку условия внешней среды относительно стабильны.

В синхронном плавании достаточно остро стоит проблема точности оценивания и воспроизведения временных интервалов, включая диагностику и коррекцию. Соревновательная программа в синхронном плавании выполняется

под музыкальную композицию, различные части которой могут звучать в разном темпе. Спортсменки должны уметь ориентироваться на темп музыки. Для этого они ведут внутренний счет и выполняют определенные движения на определенный счет. Однако некоторые части музыкальной композиции не сопровождаются таким счетом – в эти периоды времени осуществляется перестроение и подготовка к следующим сериям движений. Таким образом, для синхронного выполнения соревновательной программы спортсменки должны иметь максимально близкие характеристики чувства темпа музыкальной композиции, внутреннего счета и собственных движений, т.е. они должны: а) одинаково воспринимать и воспроизводить во внутреннем счете темп музыки; б) начинать и оканчивать внутренний счет строго в одни и те же моменты звучащей мелодии; в) паузы между отдельными периодами счета и паузы между единицами счета должны быть у всех одинаковы; г) ассоциированные с единицами счета движения должны выполняться в одни и те же моменты звучания музыкальной композиции.

Однако особенности «чувства времени» у всех людей индивидуальны. Таким образом, в психологии спорта существует проблема, связанная с разработкой адекватного инструмента психодиагностики, позволяющем осуществлять подбор, обучение и тренировку специалистов, исходя из определения особенностей чувства времени человека (Геллерштейн, 1958).

Кроме того, чувство времени может зависеть от множества факторов, в частности, от функционального состояния человека. К примеру, достаточно известный факт, что люди, попадающие в экстремальные ситуации, часто отмечают замедление субъективного времени. Экстремальные спортивные ситуации не являются исключением. В некоторых видах спорта способность управлять своим чувством времени является критически важным фактором, влияющим на успешность спортсмена. В качестве примера можно привести бобслей – атлет должен уметь молниеносно реагировать на малейшие изменения

ситуации на трассе. Профессиональные бобслеисты обладают способностью «растягивать» субъективное время своего заезда. При этом, наблюдая со стороны за маневрами бобслеистов, сложно уловить какие-либо детали.

В области изучения изменений субъективного течения времени интересную работу провели ученые из Техаса, Ч. Стетсон, М. Фиеста и Д. Игельман (Stetson, Fiesta, Eagleman, 2007, которые исследовали людей на аттракционе bungee jumping, прыгающих вниз головой с привязанным эластичным тросом. Во время прыжка испытуемые держали маленький приборчик с экраном. На этом экране предъявлялось число с индивидуальной для этого человека частотой слияния мельканий (оно быстро сменялось на инвертированное). Таким образом, это число можно было увидеть только в случае увеличения скорости первичных сенсорных процессов, а в обычном состоянии – его увидеть нельзя было. Результаты эксперимента показали, что никто из испытуемых не увидел эту цифру во время падения. При этом испытуемые отмечали субъективное увеличение времени при падении в среднем на 30% по сравнению с наблюдением за другими участниками исследования. Таким образом, авторы заключили, что субъективное замедление течения времени, наблюдающееся, к примеру, в экстремальных ситуациях, вероятно, не связано с изменением скорости протекания первичных сенсорных процессов, но с процессами памяти.

Умение контролировать и изменять свое субъективное время может дать реальное преимущество атлетам в некоторых видах спорта. Фактор времени включается некоторыми авторами в описание пикового состояния в спорте (Ravizza, 1977). Такие пиковые состояния описываются как автоматизированное выполнения спортивных навыков, в которых осознанная когнитивная обработка поступающей информации сведена к минимуму, атлет не анализирует, не планирует – он просто действует, он как бы сливается с окружающей обстановкой (Nideffer, 1992). Внимание постоянно переключается между

внешним, окружающим миром и внутренним (мысли, чувства). Когда скорость переключения уменьшается, изменяется субъективное течение времени. Если внимание сфокусировано в основном на внешнем мире, то происходит замедление течения времени, а если на внутреннем, то, наоборот, ускорение.

Взаимосвязь скорости реакции и восприятия времени – было показано в работе Г.В. Портновой с соавторами (Портнова, Сысоева, Иваницкий, 2010). Так, при переоценке длительности, время реакции увеличивается, в то время как при недооценке – уменьшается. В работе исследовалось влияние звуковой ритмической стимуляции, имитирующей ускоренное, нормальное и замедленное тиканье часов. Оказалось, что длительность серии значимо переоценивается при ускоренной стимуляции, чем при замедленной. При этом скорость реакции, в случае сложного когнитивного задания, увеличивалась при ускоренной стимуляции, по сравнению с замедленной. Обратная ситуация была характерна для скорости простой зрительно-моторной реакции: она была наименьшей в серии с ускоренной стимуляцией. Данный результат свидетельствует о том, что путем изменения скорости тиканья внешнего датчика времени – часов, можно изменять субъективное течение времени и влиять на скорость выполнения заданий. Безусловно, приведенные данные имеют большой потенциал использования в спортивной психологии.

Методы изучения темпоральной перцепции в синхронном плавании

В рамках изучения темпоральной перцепции представлены результаты исследования, которое было посвящено разработке тестовой методики, моделирующей реальную деятельность спортсменок в синхронном плавании и направленной на диагностику у них чувства темпа и степени синхронности выполняемых под музыку движений. Подробное описание исследования и результатов представлено в статьях (Беспалов, Леонов, 2008 а,б).

В синхронном плавании мы изучили временную структуру внешних выполняемых физических элементов, насколько она адекватна им, точна и устойчива. Важным аспектом образной репрезентации является ощущение времени (Геллерштейн, 1930), ощущение длительности конкретного действия, насколько оно ложится в общий более сложный ритмический рисунок.

Мы анализировали адекватность собственных временных единиц каждого спортсмена и специфику его внутреннего счета, которые являются составными частями более общей интегральной образной репрезентации. В данном случае ориентация идет на внутренние факторы и состояния спортсмена, которые позволяют выполнять жестко заданную структуру программы даже при изменении внешних условий (например, в случае отключения музыки).

В целях изучения формирования репрезентативных образов в сложно-координационных видах спорта на примере синхронного плавания использовался перечень методик, направленных на диагностику чувства времени: (а) методика воспроизведения длительности интервалов, задаваемых ударами метронома, (б) методика воспроизведения «пустых» и «заполненных» интервалов, (в) методика воспроизведения пустых интервалов разной длительности, (г) методика оценивания времени простой двигательной реакции.

(а) Методика воспроизведения длительности интервалов, задаваемых ударами метронома – для оценки индивидуальной точности воспроизведения заданного метрономом темпа, а также измерения величины «иллюзорного» искажения длительности воспринимаемых интервалов под влиянием факторов количества и частоты ударов метронома;

(б) Методика воспроизведения «пустых» и «заполненных» интервалов – для измерения степени влияния на чувство времени двух факторов, связанных с заполненностью заданного или продуцируемого интервала непрерывным звуком и/или непрерывным нажатием на кнопку ответа.

(в) Методика воспроизведения пустых интервалов разной длительности – для оценки чувства времени спортсменок без влияния на него факторов, действующих в первых двух тестах. Оценить индивидуальную устойчивость чувства времени, его зависимость от физической длительности оцениваемых интервалов.

(г) Методика оценивания времени простой двигательной реакции – для измерения индивидуальных различий во времени простой двигательной реакции на звуковой сигнал и способность спортсменок точно оценивать свое латентное время реакций.

Использование профессионально специфических методик диагностики оценки временных интервалов (на примере юношеской сборной России по синхронному плаванию)

Первой задачей исследования было выяснение характеристик чувства времени – степени их близости у спортсменок высшей профессиональной квалификации одной команды. Второй задачей явилось требование учета и улучшения этих характеристик на этапе предсоревновательной подготовки спортсменов. Третья задача заключалась в изучении влияния профессионально-специфичных факторов на показатели темпоральной перцепции спортсменов (Bespalov, Leonov, 2012; Leonov, 2012).

Постановка этих задач была вызвана необходимостью проектирования и разработки для данного вида спорта теста-тренажера, позволяющего трансформировать диагностические методики в развивающие упражнения на основе принципа «регулирования движений чувствованием» (И.М.Сеченов) и использования в работе со спортсменами психологической обратной связи (информации) о временных характеристиках их действий (С.Г. Геллерштейн).

С помощью прибора «Хроноскоп 2006» (Беспалов, Стрелков, 2006) были продиагностированы 13 спортсменок молодежной сборной команды России по

синхронному плаванию в возрасте от 17 до 18 лет в период их подготовки к международным соревнованиям, а также один из тренеров этой команды. С каждой спортсменкой в течение 20 минут проводились четыре инструментальные методики.

Методика 1. Воспроизведение длительности интервалов, задаваемых ударами метронома

Цели методики**.** Оценить индивидуальную точность воспроизведения заданного метрономом темпа. Измерить величину «иллюзорного» искажения длительности воспринимаемых интервалов под влиянием факторов количества и частоты ударов метронома.

Процедура. В первом варианте этой методики испытуемый 10 раз воспроизводил длительность полуторасекундного интервала, задаваемого 4-мя ударами метронома, которые следовали с частотой 120 уд/мин. Испытуемому давалась инструкция: «После прослушивания 4-х ударов метронома Вы должны нажать кнопку пульта и удерживать ее столько времени, сколько, по Вашему мнению, длился заданный ударами интервал. После нажатия на кнопку начинайте считать до 4-х в заданном метрономом темпе и на счет 4 отпускайте кнопку». В каждой пробе с точностью до 1 мс регистрировалось длительность воспроизводимого интервала, т.е. время от момента нажатия кнопки до ее отпускания. Во втором варианте теста, который следовал за первым вариантом, интервал для воспроизведения составлял 1, 67 (или 5\3) сек и задавался 6-ю ударами метронома. Частота ударов была 180 уд/мин. В остальном процедура второго варианта совпадала с первым.

Согласно полученным данным, коэффициенты корреляции между этими показателями в первом и во втором вариантах теста статистически значимы и равны: r = 0,82 ($p<0,001$) и r =0,9 ($p<0,001$). Это свидетельствует о высокой ретестовой надежности данного теста и о близости психологических механизмов его выполнения в его первом и втором варианте.

У спортсменок, перевоспроизводящих заданные интервалы (у них тау-индекс больше единицы) величина $\Delta_{\tau ср}$, как правило, мала и отрицательна и наоборот.

Этот результат можно объяснить тем, что на величину тау-индекса в данном тесте влияют два фактора – количество ударов в заданном интервале (4 и 6) и частота ударов (120 и 180 уд/мин).

Результаты данной методики свидетельствуют также о том, что спортсменки, объединенные в пару при исполнении групповой композиции (Ш.В. и З.В.) или выступающие отдельным дуэтом (Т.Л. и У.А.), имеют близкие значения показателей чувства времени.

Методика 2. Воспроизведение «пустых» и «заполненных» интервалов

Цель методики. Измерить степень влияния на чувство времени спортсменок двух факторов, связанных с заполненностью заданного или продуцируемого интервала непрерывным звуком и/или непрерывным нажатием на кнопку ответа.

Процедура. В первом варианте этой методики испытуемому через наушники на 2 сек предъявлялся «пустой» интервал, задаваемый двумя короткими звуковыми сигналами (длительностью по 10 мс), отмечающими начало и конец интервала. Задача испытуемого состояла в том, чтобы после прослушивания пустого интервала воспроизвести его длительность путем *нажатия и непрерывного удержания* кнопки пульта. После ряда тренировочных проб предъявлялись 10 пустых интервалов, длительность которых испытуемый воспроизводил с помощью интервалов, «заполненных» нажатием на кнопку ответа и непрерывным звуком в наушниках.

Во втором варианте теста ситуация была обратной: вначале на 2 сек предъявлялся заполненный звуком интервал, который должен был воспроизводится с помощью пустого интервала, путем двукратного кратковременного нажатия на кнопку пульта. После ряда тренировочных проб

предъявлялись 10 заполненных звуком интервалов, длительность которых воспроизводилась с помощью пустых интервалов. Громкость всех сигналов была одинаковой и комфортной для восприятия.

Отсутствие корреляций и значимые различия между средними показателями первого и второго варианта методики 2 свидетельствует о различии механизмов решения этих диагностических задач.

Данная модель для результатов первого варианта теста основана на следующем предположении о психологическом механизме решения тестовой задачи: когда пустой интервал воспроизводится с помощью интервала, заполненного непрерывным звуком и/или удержанием кнопки пульта, то физическая длительность продуцируемого интервала сокращается вследствие того, что интервал, заполненный *восприятием* звука или удержанием кнопки, субъективно переоценивается.

Методика 3. Воспроизведение пустых интервалов разной длительности

Цель методики. Оценить чувство времени спортсменок без влияния на него факторов, действующих в первых двух тестах. Оценить индивидуальную устойчивость чувства времени, его зависимость от физической длительности оцениваемых интервалов.

Процедура. В этой методики в случайном порядке, по 6 раз, без наушников предъявлялись 2, 3 и 5 сек "пустые" интервалы, границы которых задавались короткими (по 10 мс) звуковыми сигналами комфортной громкости. Задача испытуемого состояла в том, чтобы после прослушивания заданного интервала воспроизвести его длительность путем двух коротких нажатий на кнопку пульта. Нажатие на кнопку сопровождалось звуковым сигналом той же громкости, что и в предъявленном интервале.

Методика 4. Оценка времени реакции

Цели методики**.** Измерить индивидуальные различия во времени простой двигательной реакции на звуковой сигнал и способность спортсменок точно оценивать свое латентное время реакций (ВР). По данным С.Г. Геллерштейна (1958) развитие этой способности с помощью специальных упражнений, улучшает результаты выполнения «скоростных действий» в различных видах спорта. В связи с этим, одна из задач данного тестирования состояла в выяснении того, насколько быстро способность субъективно оценивать ВР может быть улучшена с помощью методики, в которой испытуемым сообщается их объективное ВР.

Процедура**.** С помощью «Хроноскопа 2006» спортсменке предъявлялись короткие (10 мс) звуковые сигналы, в ответ на которые она должна была как можно быстрее нажать на кнопку пульта. В 20 пробах методики, начинавшихся после небольшой тренировочной серии, испытуемая после ответа на сигнал должна была назвать время своей реакции в миллисекундах, после чего ей сообщалось объективное время реакции, равное времени от начала предъявления сигнала до нажатия на кнопку пульта. Перед испытуемой ставилась задача к концу этого короткого теста постараться повысить точность своих оценок ВР.

Диагностические показатели**:** а) среднее время реакции (ВР) и его коэффициент вариации (Вар_ВР) - отношение стандартного отклонения к среднему; б) среднее значение субъективных *оценок* времени реакции (Оц_ВР) и коэффициент вариации этих оценок (Вар_Оц_ВР); в) разность между средними Оц_ВР и ВР как показатель точности субъективных оценок ВР.

По величине ВР можно судить о скорости проведения возбуждения в слуховой системе, о степени утомления спортсменки и ее заинтересованности в высоких результатах тестирования, тогда как вариации ВР могут быть связаны с индивидуальными особенностями концентрации внимания, с помехоустойчивостью.

У 8 спортсменок различия между Оц ВР и ВР не отличаются от нуля по t-критерию Стьюдента. Эти спортсменки способны точно оценивать латентное время своих реакций. Остальные 5 спортсменок недооценивают ВР на 11-20 мс, что свидетельствует о недостаточной осознанности ими процесса подготовки и выполнения кратковременных действий.

Показатель точности оценивания коротких временных интервалов (Оц ВР – ВР) не коррелирует с показателями точности и устойчивости воспроизведения более длинных интервалов в предыдущих тестах ($p>0,1$). Это согласуется с известным положением о различии механизмов восприятия коротких (менее 0,5 сек) и длинных (1-5 сек) временных интервалов (Фресс, 1978).

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Точность и устойчивость воспроизведения спортсменками временных интервалов зависят от содержания и длины этих интервалов. Заполненность интервалов различными событиями - ритмичными или непрерывными звуками, движением руки и пр., оказывает индивидуально специфичное влияние на чувство времени спортсменок. Это необходимо учитывать в тренировочной работе и в упражнениях по развитию у спортсменок способности синхронного выполнения спортивных движений.

2. Спортсменки, работающие в парах, имеют близкие характеристики чувства времени. В связи с этим, один из психологических ресурсов повышения синхронности действий спортсменок состоит в учете характеристик их чувства времени при подборе спортивных пар.

3. Для диагностики чувства времени и выяснения возможных причин индивидуальных различий в показателях решения тестовых задач целесообразно использовать экспериментально-диагностический метод, т.е. проводитьдиагностику с помощью многофакторных инструментальных методик с последующим анализом индивидуальных эффектов варьируемых факторов.

4. Факторы частоты и количества ударов метронома в заданном временном интервале локализованы на разных стадиях решения задачи по воспроизведению этого интервала: первый фактор локализован на стадии продуцирования интервала, а второй – на стадии его предъявления. Эти факторы оказывают индивидуально-специфичное и разнонаправленное влияние на чувство времени спортсменок: первый сокращает объективную длительность продуцируемого интервала (интервал с большей частотой продуцируется быстрее), а второй увеличивает субъективную длительность предъявленного интервала (интервал с большим количеством ударов воспринимается как более длинный на стадии его предъявления).

5. Фактор заполненности интервала непрерывным звуком в зависимости от условий решаемой задачи может быть локализован на любой стадии. При его локализации на стадии предъявления интервала этот фактор увеличивает его субъективную длительность. Если данный фактор локализован на стадии продуцирования интервала (когда испытуемый слышит звук при продуцировании интервала), то объективная длительность этого интервала сокращается.

6. Заполненность продуцируемого интервала непрерывным нажатием на кнопку приводит к сокращению объективной длительности этого интервала, по сравнению с интервалом, продуцируемым двумя короткими нажатиями на кнопку. Однако фактор заполненности интервала некоторым двигательным (или перцептивным) актом оказывает влияние на оценку длительности этого интервала только в том случае, когда испытуемый обращает внимание на данный двигательный (или перцептивный) акт. В этом проявляется отмеченная выше рефлексивная природа чувства времени.

7.Для повышения степени синхронности выполняемых спортивных движений необходимо с помощью специальных методик развивать у

спортсменок инвариантное чувство времени, не зависящее от их состояния и от влияющих на это чувство внешних и внутренних факторов.

Второй этап работы со спортсменками синхронного плавания состоял в следующем. После проведения основного эксперимента, обработки и интерпретации результатов нами проанализирована совместно с тренерами мелодия, под которую спортсменки готовят свою соревновательную программу. Из частей этой мелодии был составлен музыкальный фрагмент, наиболее важных аспектов музыкальной композиции, например, вступление, начало новой части, когда требуется максимальная синхронизация всех участников пловцов – синхронистов.

Это сделано с целью моделирования реальной деятельности спортсменок синхронного плавания и диагностики у них чувства темпа и степени синхронности выполняемых под музыку движений.

Мелодия специальным образом подготовлена на компьютере с помощью программы. Далее через наушники каждому испытуемому предъявлялся этот музыкальный фрагмент по два раза. От спортсмена требовалось нажимать на определенную кнопку клавиатуру в каждый такт звучащей композиции.

Для оценки степени синхронности движений, ассоциированных с отдельными единицами внутреннего счета, спортсменкам предлагалось во время прослушивания тестовой мелодии нажимать на клавишу клавиатуры компьютера в те моменты, когда они внутренне произносят цифры при «просчитывании» мелодии «восьмерками». В инструкции подчеркивалось, что «нажимать на клавишу необходимо в том же темпе, в котором ведется внутренний счет».

Тестовая мелодия состояла из начального фрагмента музыкальной композиции, под которую спортсменки готовились выступать на соревнованиях. Время звучания тестовой мелодии составляло 1,3 мин, тогда как полная музыкальная композиция звучит 5 мин. Мелодия предъявлялась через наушники с помощью компьютерной программы, позволяющей с точностью до 1 мс

регистрировать моменты нажатия на клавишу и отмечать их точками на графическом спектре мелодии.

Структура пауз и периодов внутреннего счета при прослушивании спортсменками тестовой мелодии показана на Рис. 2.14. После включения мелодии от момента t0 до t1 следует первая пауза в нажатиях на клавишу и во внутреннем счете. Затем от t1 до t2 спортсменки считают "восьмерками" с частотой около 1 ед/сек и в таком же темпе стараются нажимать на клавишу. Вторая пауза длится от момента t2 до t3. После этого от t3 до t4 следует второй период нажатий на клавишу и внутреннего счета «восьмерками», частота которых примерно в два раза больше чем в первом периоде.

Для оценки индивидуальной устойчивости временной структуры внутреннего счета тестовая мелодия каждой спортсменке предъявлялась два раза, так что время проведения всего теста, состоящего из двух проб (предъявлений мелодии) составляло около 3 мин. При втором предъявлении мелодии в инструкции предлагалось «вести внутренний счет и нажимать на клавишу в том же темпе и в те же моменты времени, как и в первой пробе теста».

Усредненные по двум пробам теста индивидуальные моменты времени начала и окончания нажатий на клавишу в первый и во второй период внутреннего счета представлены в таблице на Рис. 2.25.

В качестве показателя относительной групповой асинхронии времен (моментов начала и окончания периодов нажатий на кнопку каждой спортсменкой) выбран коэффициент вариации этих времен.

Важными характеристиками чувства темпа спортсменок являются частота их внутреннего счета, равная количеству единиц, считаемых в одну секунду, а также средняя длительность между двумя последовательными ударами по клавише клавиатуры. По аналогии с предыдущими диагностическими показателями данного теста на основе этой характеристики чувства темпа вычислялись и анализировались еще два показателя - относительное и

абсолютное групповое различие индивидуальных длительностей между двумя последовательными ударами по клавише клавиатуры.

В первом периоде счета коэффициент вариации и размах вариации средних индивидуальных длительностей между ударами по клавише значительно выше, чем во втором периоде счета, что свидетельствует о низкой групповой синхронизации темпа счета в этот период. Большие относительные и абсолютные групповые различия в темпе внутреннего счета в первом периоде должны проявляться также в низкой синхронности реальных движений в первые 35-40 сек спортивной программы.

Во втором периоде счета его темп у разных спортсменок сближается. Средние индивидуальные длительности между нажатиями на клавишу лежат в пределах 503-510 мс (размах равен 7 мс). Но поскольку данный период нажатий на клавишу у разных спортсменок заканчивается не одновременно, то близость индивидуальных темпов внутреннего счета еще не гарантирует того, что спортивные движения на этом участке мелодии также будут выполняться с высокой синхронностью. Например, у испытуемых В.К. и М.Д средний интервал между ударами по клавише во второй период счета одинаков (503 мс), но первая спортсменка заканчивает этот период на 76,429 секунде, а вторая на 76,706 секунде, т.е на 277 мс позже. В связи с этим даже не очень быстрые спортивные движения данных спортсменок, выполняемые, со скоростью около 1 м/сек, будут в этот момент программы иметь заметную асинхронию.

Большие индивидуальные различия в среднем значении вариаций свидетельствуют о высокой дискриминативности этого диагностического показателя, характеризующего устойчивость временной структуры внутреннего счета каждой спортсменки.

Проведенное исследование показало, что для диагностики чувства темпа и одновременности ассоциированных с внутренним счетом движений у спортсменок синхронного плавания в разрабатываемом тесте-тренажере могут быть использованы следующие показатели: 1) относительная и абсолютная

групповая асинхрония моментов начала и окончания периодов внутреннего счета (нажатий на клавишу) каждой спортсменкой; 2) частота внутреннего счета, а также относительное и абсолютное групповое различие индивидуальных длительностей между двумя последовательными ударами по клавише клавиатуры; 3) степень устойчивости (воспроизводимости при повторном тестировании) временной структуры внутреннего счета у каждой спортсменки. Некоторые из этих показателей могут сообщаться спортсменкам в качестве психологической обратной связи при одновременном выполнении ими данного теста с использованием музыкальной композиции в полном формате.

Полученные результаты показали, что элементы заключительной части выступления совершаются спортсменами синхронно, в группе. Поэтому результаты «просчитывания» мелодии сходны у всех членов команды. Но, несмотря на это, должной синхронности в юношеской сборной команде России на данном этапе не наблюдается. Эти результаты согласуются с экспертными оценками тренеров и руководящего состава команды, которые отметили асинхронию выполнения действий в этой музыкальной композиции.



Рисунок 2.25 – Временная структура пауз и периодов внутреннего счета при прослушивании тестовой мелодии

На основании полученных данных можно заключить, что к темпоральным, временным, задачам следует относить задачи поддержания ритма, темпа, выдерживания длительности, начала и прекращения процессов.

В диагностике чувства времени человека необходимо учитывать критерии оценивания временных интервалов, которые представлены показателями точности и устойчивости, и четко определять принципы, лежащие в основе исследования психологического изучения проблемы оценивания длительности.

Успешность в спортивных профессиях определяется тем, насколько человек способен точно и устойчиво воспроизводить, соизмерять, оперировать временными интервалами и на их основе управлять движениями. Специфика профессиональной деятельности опосредует точность и устойчивость оценивания временных интервалов. Психологическое сопровождение профессий, требующих выполнение действий в жестко заданных и темпорально ограниченных интервалах, заключается в разработке профессионально специфического инструментария, позволяющего решать задачи диагностики и тренировки чувства времени у представителей самых разнообразных специальностей.

2.6.2. Исследование темпоральных характеристик образных репрезентаций двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере тяжелой атлетики

В спортивной теории важной задачей является создание методики анализа и улучшения техники выполнения упражнений. Для этого необходима комплексная оценка пространственно-временных характеристик движений (Леонов, Носкова, 2023). Пространственные характеристики легче визуализируются, что упрощает коррекцию движений. Актуально изучение хронотопа, позволяющего точно связывать временные и пространственные характеристики, что способствует развитию двигательного действия и увеличивает количество сочетаний характеристик, включая биомеханические. Это создает предпосылки для настройки нейронной сети и формирования качественного двигательного навыка. А.А. Ухтомский (Ухтомский, 1954)

исследовал связь между пространством и временем, введя понятие «хронотоп». Методы циклограммометрического анализа движений, разработанные Н.А. Бернштейном, были названы Ухтомским микроскопией времени и хронотопа. В современности микроскопия живого движения представлена скоростной видеосъемкой, а изучению временных интервалов в спорте посвящены работы современных психологов. В современности микроскопия живого движения (Гордеева и др., 1998) может быть представлена скоростной видеосъемкой. Изучению временных интервалов в различных областях деятельности, включая спорт, посвящены работы современных психологов (Леонов, 2008; Веракса и др., 2011).

Исследования подтверждают необходимость анализа микроструктуры движений спортсменов. Хасин и коллеги использовали видеосъемку с частотой 250 кадров в секунду и методы математического моделирования для изучения хронотопа (Хасин и др., 1995). Также применялись компьютерные программы для анализа биомеханических характеристик (Хасин, Бурьян, 2017). При анализе техники выполнения упражнений (Khasin, 2020) движение делится на фазы длительностью от 0,008 до 0,024 секунды. Например, время от завершения сгибания коленных суставов до начала их разгибания составляет 0,5 секунды, что критично для успешности выполнения упражнения (Рис. 2.26, таблица 2.6). Безопорная фаза в рывке штанги длится 0,148 секунды, за которую происходит значительное изменение положения спортсмена и штанги. Исследования Ухтомского и Бернштейна показали важность одновременного изучения чувства времени и микроструктуры движений. В НИИ информационных технологий МГАФК был проведен эксперимент по тренировке скорости двигательной реакции и совершенствованию чувства времени у спортсменов с 2021 по 2023 год (Хасин, Леонов, 2023).

В ходе работы был разработан диагностико-методический комплекс для тренировки и оценки времени простой двигательной реакции и улучшения чувства времени. Мы адаптировали метод С.Г. Геллерштейна (1958), увеличив

количество замеров времени реакции и добавив автоматическую запись в хроноскоп, что повысило точность. Сотрудники НИИТ, А. Фурманский и Л. А. Хасин на основе прибора «Хроноскоп 2006» (Стрелков, Беспалов, 2006), создали портативный программно-аппаратный комплекс — хроноскоп для измерения времени реакции на звуковые и световые стимулы. Комплекс включает приборную часть для подачи стимулов и измерения времени реакции, а также программное обеспечение для управления и хранения данных. Приборная часть обеспечивает точность измерений до 0,0001 секунды, используя светодиоды и пьезоизлучатель. Возможна также подключение дополнительных источников светового сигнала для измерения реакции на периферические стимулы.



1. Начало безопорной фазы

2. Момент максимального сгибания ног в тазобедренных и коленных суставах в безопорной



3. Окончание безопорной



4. Момент фиксации штанги

Рисунок 2.26 – Визуализация структуры безопорной фазы рывка штанги

Таблица 2.6 – Анализ техники выполнения упражнений

Названия фаз		Длительность фаз, с
Взаимодействие спортсмена со штангой до отрыва штанги от помоста		0,068
Предварительный разгон		0,524
Фаза переключения 1		0,024
Фаза амортизации		0,156
Фаза переключения 2		0,024
Финальный разгон		0,144
Фаза переключения 3		0,016
Первый опорный подсед		0,072
Безопорная фаза	Фаза от начала безопорной фазы до максимального сгибания ног в тазобедренных и коленных суставах в безопорной фазе	0,092
	Фаза от максимального сгибания ног в тазобедренных и коленных суставах в безопорной фазе до окончания безопорной фазы	0,056
Второй опорный подсед – до фиксации штанги		0,344

В 2021 году было проведено 60 тренировочных сессий с пятью тяжелоатлетами, каждый из которых прошел 12 тренировок под руководством С.А. Сырцова. Общая продолжительность тренировок составила 36 часов. В 2022 году с теми же спортсменами проведено 33 тренировки на 99 часов. В 2023 году прошло 16 тренировок с тремя участниками предыдущих этапов, общая продолжительность составила 44 часа. Методы и методики: Исследование основывалось на данных С.Г. Геллерштейна и направлено на формирование у атлетов чувства времени для контроля технических действий при подъеме штанги. Использовались упражнения на оценку времени реакции, задания на «реакцию быстрее» или «медленнее» и воспроизведение времени реакции. Время реакции измерялось на звуковые и световые стимулы с помощью хроноскопа. В первом этапе использовались разные сигналы, а на втором и третьем — только звуковые. Гипотеза: Тренировки улучшают простую двигательную реакцию и чувство времени у квалифицированных тяжелоатлетов. Для статистической обработки использовалась программа «STATISTICA».

В начале эксперимента в 2021 году сравнивали время простой двигательной реакции испытуемых на два типа световых стимулов: фронтальный и периферический (Таблица 2.7). Результаты показали, что у четырех спортсменов время реакции на периферический сигнал было больше, а у двоих — значительно больше. У одного испытуемого различий не наблюдалось, поэтому эксперименты с периферическим светом были прекращены. В первых шести тренировках 2021 года измеряли время реакции, и результаты показывали его уменьшение у всех спортсменов (Рис. 2.27). Статистическая проверка с помощью критерия Манна–Уитни показала значимые различия между первой и четвертой тренировками ($p = 0{,}000$). Время реакции на звуковой стимул было меньше, чем на световой: 0,193 с против 0,221 с. В 2022 году улучшение реакции

продолжалось на семи тренировках, а в 2023 году — на трех. Среднее время реакции на звук в 2022 году составило 0,187 с, а на свет — 0,213 с (114% от времени реакции на звук). Проверка гипотезы для первой и четвертой тренировок показала p = 0,032. Также сравнили средние значения времени реакции на первой и четвертой тренировках, получив p = 0,01.

В начале эксперимента в 2021 году сравнивали время простой двигательной реакции испытуемых на два типа световых стимулов: фронтальный и периферический. Результаты показали, что у четырех спортсменов время реакции на периферический сигнал было больше, а у двоих — значительно больше. У одного испытуемого различий не наблюдалось, поэтому эксперименты с периферическим светом были прекращены. В первых шести тренировках 2021 года измеряли время реакции, и результаты показывали его уменьшение у всех спортсменов. Статистическая проверка с помощью критерия Манна–Уитни показала значимые различия между первой и четвертой тренировками (p = 0,000). Время реакции на звуковой стимул было меньше, чем на световой: 0,193 с против 0,221 с. В 2022 году улучшение реакции продолжалось на семи тренировках, а в 2023 году — на трех. Среднее время реакции на звук в 2022 году составило 0,187 с, а на свет — 0,213 с (114% от времени реакции на звук). Проверка гипотезы для первой и четвертой тренировок показала p = 0,032. Также сравнили средние значения времени реакции на первой и четвертой тренировках, получив p = 0,01.

Таблица 2.7 – Среднее время простой двигательной реакции на фронтальный и периферический световые сигналы

Спортсмен	Стимул	Среднее время простой двигательной реакции, с	p
А-к	ФС	0,279	0,611
	ПС	0,276	
К-ва	ФС	0,238	0,000
	ПС	0,268	
Л-на	ФС	0,261	0,053
	ПС	0,273	

Т-в	ФС	0,232	0,000
	ПС	0,258	
Х-в	ФС	0,212	0,059
	ПС	0,222	
Примечание. ФС – фронтальный световой сигнал, ПС – периферический световой сигнал.			

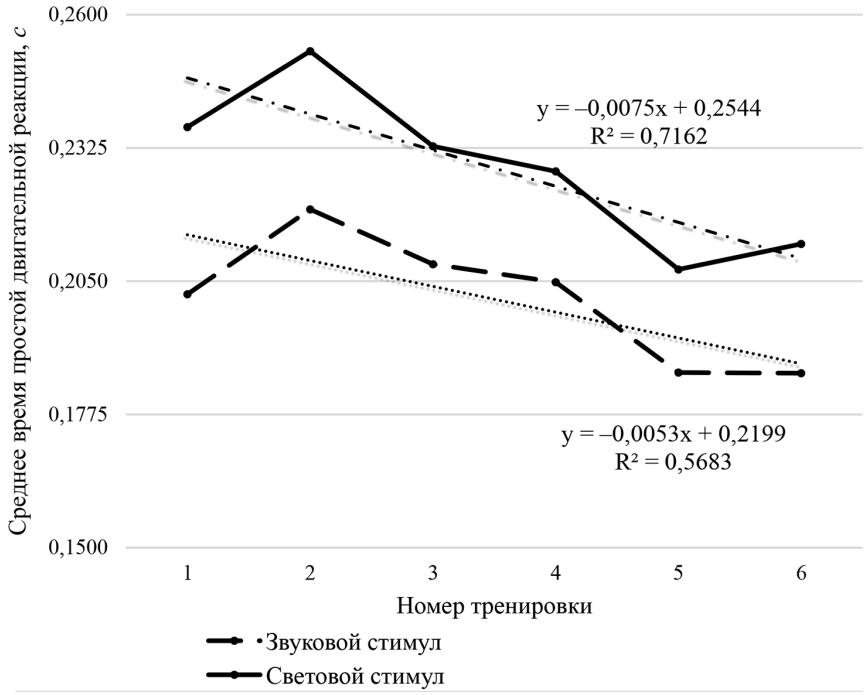


Рисунок 2.27 – Динамика среднего времени простой двигательной реакции всех спортсменов на шести тренировках в 2021 г.

В 2023 году среднее время реакции на звуковой сигнал у трех спортсменов составило 0,172 с, а на световой – 0,201 с (117% от времени реакции на звук). Для проверки гипотезы о различии средних значений использовался критерий Манна–Уитни. Средние значения для всех пяти спортсменов в 2021 и 2022 годах составили 0,200 с и 0,186 с соответственно. У трех спортсменов, участвовавших во всех этапах, средние времена реакции в 2021 и 2022 годах составили 0,198 с и 0,173 с соответственно, а в 2022 и 2023 годах – 0,181 с и 0,173 с. Различия оказались статистически значимыми ($p = 0,000$). После серии тренировок испытуемым предлагались более сложные задания. В 2022 году на 26-й

тренировке был проведен контрольный замер скорости реакции. Сравнение средней скорости простой двигательной реакции показало улучшение у всех спортсменов: уменьшение времени реакции на 26-й тренировке по сравнению с первыми семью составило 13,2%. Это связано с тем, что тренировка проходила после майских праздников, когда испытуемые только тренировались.

В 2021 году на шести тренировках участники оценивали время своей двигательной реакции после каждой попытки, получая результаты от экспериментатора. С.Г. Геллерштейн отмечал, что до специальных тренировок испытуемые часто неуверенно отвечали на вопрос о своей реакции, округляя время до 0,25, 0,20 или 0,15 секунды. Целью Геллерштейна было достичь точности самооценок с отклонением не более 0,03 секунды. В нашем эксперименте уже в 2021 году более 70% спортсменов ошибались не более чем на 0,02 с. С 2021 по 2023 годы было проведено 14 тренировок, где участники должны были быстро реагировать на сигнал и оценивать свое время реакции. Успешным считалось выполнение задания с отклонением не более 0,02 с. Рассчитано среднее количество точных оценок для каждого спортсмена в процентах от общего числа оценок. Также было рассчитано стандартное отклонение оценок времени реакции относительно реальных значений (Рис. 2.27–2.30). Разброс оценок уменьшался, что свидетельствует о том, что спортсмены научились лучше чувствовать и оценивать свою реакцию.

В 2022 году начались тренировки, на которых испытуемые должны были овладеть скоростью своих реакций и воспроизводить заданное экспериментатором время реакции. Спортсменам предлагалось в случайном порядке повторять предыдущую реакцию или изменять её скорость. На последних тренировках года они воспроизводили время реакции в числовом формате. Хотя в простых заданиях спортсмены достигли успехов (Рис. 2.27-2.30), улучшений в управлении временем реакции не наблюдалось. Экспериментатор менял задания, чтобы помочь испытуемым лучше осознавать малые отрезки

времени. Например, в одном из заданий нужно было реагировать чуть быстрее или медленнее на 0,02-0,03 секунды по сравнению с предыдущим стимулом (19-я тренировка). В среднем среди трех спортсменов задания выполнялись правильно в 70–80% случаев, но улучшить результаты не удалось. На трех последних тренировках (с 31-й по 33-ю) спортсмены воспроизводили время реакции в числовом формате. Успешность выполнения оценивалась с отклонением от заданного времени на 0,01, 0,02 и 0,03 секунды. В среднем спортсмены успешно воспроизводили время с отклонением не более 0,03 секунды, процент успешных попыток варьировался от 48% (спортсмен Л-на) до 91% (спортсмен К-ва).

Использование тестовой методики позволило увеличить количество измерений во время тренировок и повысить точность оценки средних значений времени реакции. В начале эксперимента измеряли время простой двигательной реакции на звук и фронтальный и периферический свет, при этом время реакции на фронтальный свет оказалось меньше. В период с 2021 по 2023 годы время реакции на свет и звук улучшалось, но реакция на свет оставалась хуже. Средние значения времени реакции участников по годам (2021, 2022, 2023) значительно улучшились ($p = 0,000$). Точность оценок времени реакции возросла, особенно при высокой концентрации внимания, что увеличивало процент правильных ответов до 95%. В 2022 году проведены три тренировки по воспроизведению заданных интервалов времени в числовом формате. Небольшое количество тренировок дало хорошие результаты, поскольку спортсмены были готовы к сложным заданиям. Высокомотивированные участники более чем в 90% случаев воспроизводили интервалы с точностью до 0,03 секунды, тогда как у менее заинтересованных спортсменов этот процент был ниже.

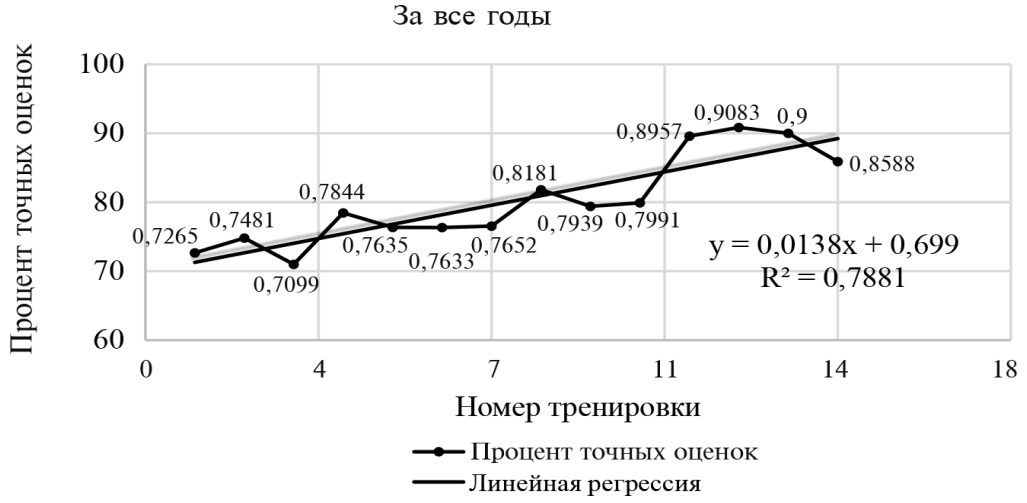


Рисунок 2.28 – Динамика среднего числа точных оценок спортсменами времени своей реакции, 2021–2023 гг., % от общего числа оценок

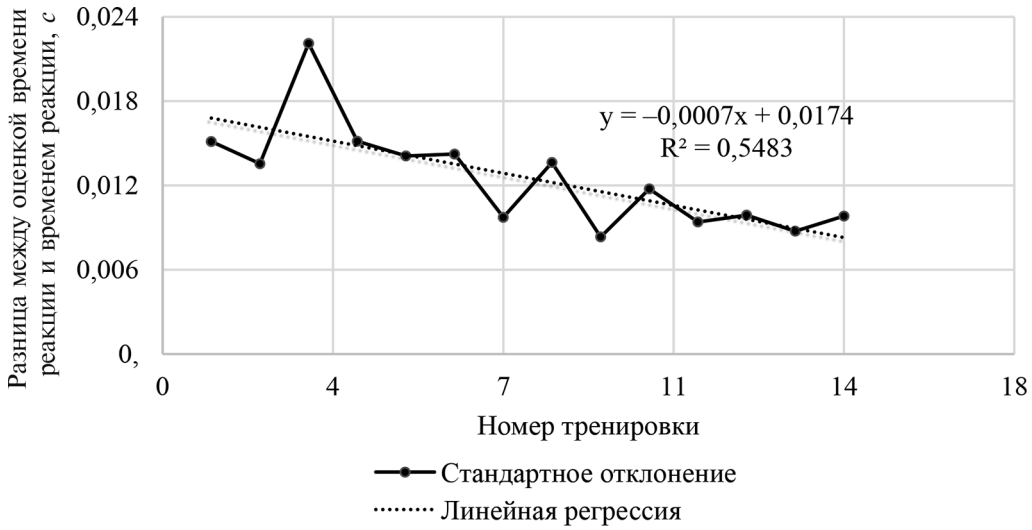


Рисунок 2.29 – Динамика стандартного отклонения оценки времени своей реакции от реально продемонстрированного в 2021–2023 гг., спортсмен А-к

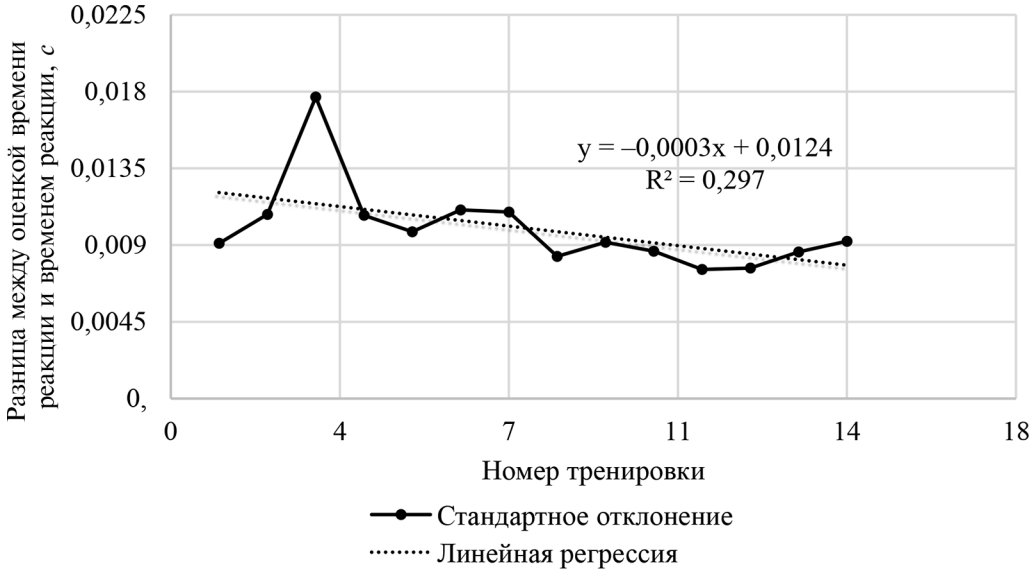


Рисунок 2.30 – Динамика стандартного отклонения оценки времени своей реакции от реально продемонстрированного в 2021–2023 гг., спортсменка К-ва

2.7. Исследование глазодвигательных стратегий в формировании образных репрезентаций двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере скалолазного спорта и футбола

2.7.1. Исследование глазодвигательных стратегий в формировании образных репрезентаций двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере скалолазного спорта

Спортивное скалолазание - это сложно-координационный вид спорта, в котором перед спортсменом стоит задача пролезть определенную трассу или маршрут по естественному (скалы) или искусственному (скалодром) рельефу.

В настоящее время соревнования по скалолазанию проходят, как правило, по трем дисциплинам:

- в дисциплине «Трудность» задачей атлета является пройти как можно большее расстояние в пределах установленного времени (Burbach, 2004; Правила проведения соревнований по скалолазанию, 2012, с. 12-17).

- в дисциплине «Боулдеринг» (в переводе с англ. «boulder» - валун) атлету нужно пройти несколько коротких трасс, каждая из которых должна включать в себя 1-2 оригинальных технических элемента, отличающихся по способу прохождения от других трасс одного раунда (Burbach, 2004; Правила проведения соревнований по скалолазанию, 2012, с. 23-25).

- в дисциплине «Скорость» результатом соревнований является время прохождения дистанции. Как правило, участники соревнуются парами на «эталонной трассе», предполагающей определенную последовательность, а также размер и формы зацепов (Burbach, 2004; Правила проведения соревнований по скалолазанию, 2012, с. 18-22).

В данной главе представлены результаты исследования (Леонов, Грушко, 2013; Grushko, Leonov, 2014), направленного на изучение роли мысленной репрезентации двигательных навыков, а также роли мысленной тренировки в скалолазании.

Значимость мысленной репрезентации двигательных навыков и сложных технико-тактических действий с целью повышения спортивной результативности подчеркивается в большом количестве исследований (Веракса и др., 2015; Jordet, 2005; Pain, Harwood, Anderson, 2011; и др.), в том числе, и в скалолазании (Мартынов, 2001; Boyd, Munroe, 2003 и др.).

В скалолазном спорте большое значение для эффективного выступления имеет предварительный просмотр скалолазной трассы, что отмечается как спортивными психологами, так и самими атлетами, включая спортсменов высокого класса (Goddard, Neumann, 1993; Boschker et al., 2002; Burbach, 2004; Sanchez et al., 2010). Атлеты, как правило, не имеют возможности, заранее ознакомиться с соревновательной трассой и спланировать стратегию ее прохождения (Burbach, 2004). Таким образом, скалолазам необходимо уметь за короткое время уметь посмотреть и оценить соревновательную трассу, а также проработать маршрут/стратегию ее прохождения.

Кроме того, некоторыми авторами показано, что неблагоприятные функциональные состояния скалолазов, в частности, утомление, могут значимо ухудшать качество оценки трассы атлетами. К примеру, В экспериментах Д.Р. Проффитта с коллегами (Creem, Proffitt, 1999, цит. По: Величковский, 2006, т. 1, с. 240) было показано, что испытуемые часто переоценивают крутизну склона холма в 1,5-2 раза, а в условиях выраженного физического утомления такая тенденция может еще больше увеличиваться.

Полученные результаты особенно интересны в контексте психологической подготовки скалолазов. Внимательный предварительный просмотр трассы совместно с двигательной имитацией руками, способствует не только лучшему запоминанию трассы, но и более адекватной оценке сложных участков трассы, например, нависающих участков (Burbach, 2004).

В рамках представленного в данной главе исследования был проведен также предварительный экспресс-опрос спортсменов-альпинистов и скалолазов, касающийся того, сколько внимания они уделяют предварительному просмотру трассы, при условии, что им необходимо пройти трассу на категорию выше среднего уровня *онсайт* (прохождение трассы без срыва с первой попытки). В экспресс-опросе приняли участие 120 человек (69 мужчин и 51 женщина). Спортсменам надо было выбрать один из вариантов ответа на предложенный вопрос.

В результате проведенного опроса были получены следующие результаты:

50,8% спортсменов склонны уделять внимание предварительному анализу трассы, включая продумывание последовательности действий во время лазания и только часть времени тратят на предварительный просмотр трассы;

10% спортсменов уделяют одинаковое количество времени анализу сложной трассы до ее прохождения и в момент лазания;

31,7% спортсменов ответили, что время, затраченное на обдумывание прохождения трассы, превышает время, затраченное на просмотр трассы во

время движения;

7,5% скалолазов не свойственно обдумывать варианты прохождения трассы до начала движения.

Таким образом, указанные результаты подтверждают тот факт, что предварительный просмотр скалолазной трассы и анализ последовательности действий являются важными составляющими скалолазной подготовки в условиях, когда перед спортсменом поставлена сложная соревновательная задача.

Подробные результаты исследования представлены в статье (Грушко, Леонов, 2013).

Методы исследования репрезентативных образов в скалолазном спорте

В скалолазном спорте в качестве метода исследования формирования образных репрезентаций мы использовали технологии, направленные на изучение особенностей глазодвигательных паттернов при просмотре скалолазных трасс (мобильная система видео-регистрации движений глаз ETG SMI), насколько эти паттерны отличаются у новичков и профессиональных спортсменов; также мы смотрели различия при просмотре сложных и легких трасс; а также исследовали, насколько эти паттерны могут определять успешность прохождения трасс. Кроме того, с помощью последующего анализа указанных глазодвигательных паттернов, мы смогли сделать выводы о наиболее эффективных стратегиях просматривания трасс и соответствующего формирования образных репрезентаций.

Методы регистрации движений глаз в психологии спорта

Зрительная система играет огромную роль в жизнедеятельности человека, поскольку через зрительный канал человек получает по некоторым оценкам от

75 до 95% информации об окружающем мире. Роль зрительной системы в обеспечении спортивной деятельности также многозначительна. К примеру, для успешной реализации передачи, выполнения штрафного броска или осуществления меткого выстрела, спортсмену необходимо научиться эффективно задействовать информацию, получаемую от зрительной системы. В настоящее время для осуществления различных задач активно используются методы регистрации движений глаз, или айтрекинг (от англ. eye – глаз, tracking – отслеживание).

Технологии айтрекинга позволяют регистрировать количественные и качественные характеристики глазодвигательной активности спортсмена в процессе выполнения технико-тактических действий. К примеру, количественный анализ данных регистрации движений глаз предполагает оценку таких показателей, как количество саккад[6], фиксаций взора, морганий и их среднюю продолжительность (Барабанщиков, Жегалло, 2013). К качественным характеристикам относятся: направление взора в процессе осуществления различных действий и операций, «стратегии сканирования» зрительной сцены, «зоны интереса» (в том числе игнорируемые зрительные стимулы) и др.

В настоящее время описано множество примеров использования айтрекинга в целях диагностики и обучения спортсменов различных видов спорта: единоборствах (Williams, Elliott, 1999), игровых (Harle, Vickers, 2001) и сложно-координационных видах спорта (Menshikova et. al., 2014); стрельбе (Веракса и др., 2015; di Russo, Pitzalis, Spinelli, 2003); экстремальных видах спорта (Nieuwenhuys et. al., 2008; Grushko, Leonov, 2014) и др.

Особенно важное значение в спортивной психологии при использовании систем айтрекинга имеет исследовательский подход «Зрение в действии»

[6] *Саккады* — быстрые, скачкообразные движения глаз, происходящие согласованно (одновременно и в одном направлении), позволяющие выделять фрагменты зрительной сцены для последующей фиксации взора.

(Vickers, 2007), согласно которому необходимо учитывать специфику конкретного вида спорта, а эксперименты проводить в условиях, максимально приближенных к той реальности, в которых осуществляются тренировочная и соревновательная деятельность спортсменов.

Ниже представлены основные сферы исследований с применением айтрекинга в спорте (Якушина и др., 2024; Леонов, Грушко, 2013; Grushko, Leonov, Veraksa, 2015; Grushko et al., 2019).

1. Анализ роли зрительной системы, в частности механизмов спортивного зрения, в формировании и развитии двигательных навыков. К примеру, в работе Дж. Викерса используется предложенный С. Аглиоти термин «моторный резонанс», согласно которому профессиональные спортсмены могут обладать тонкой настройкой специфических антиципирующих механизмов, которые в свою очередь позволяют атлетам прогнозировать действия других спортсменов. Дж. Викерс же использует данный термин в отношении зрительной системы, утверждая, что оптимальное управление взором в пространстве позволяет достигать состояния «моторного резонанса» (Vickers, 2011).

2. Сравнение глазодвигательных паттернов спортсменов разного уровня подготовки при выполнении различных технических и тактических действий (Vickers, 2007; Vaeyens et. al., 2007; Afonso et. al., 2012; Schwab, Memmert, 2012; Grushko, Leonov, 2014). Предполагается, что более профессиональные спортсмены по сравнению с новичками способны более эффективно выделять и обрабатывать необходимую информацию из зрительного потока, что значительно отражается на спортивной результативности (меткость, точность зрительно-моторной координации, пространственной и временной антиципации в спорте, способности эффективно распределять внимание в динамической среде и др.).

3. Анализ деятельности спортивных тренеров (Moreno et. al., 2002) и судей (Catteeuw et. al., 2009), в ходе которого исследуются паттерны глазодвигательной

активности профессиональных арбитров и тренеров в процессе принятия решений.

Преимущества и ограничения методов регистрации движений глаз

Технологии регистрации движений глаз обладают как рядом преимуществ, так и рядом ограничений. Рассмотрим их подробнее.

Во-первых, технологии айтрекинга позволяют исследователю «увидеть глазами спортсмена» текущую тренировочную задачу, что, в свою очередь, предоставляет возможность дальнейшего анализа и коррекции его деятельности (Грушко, Леонов, 2013). В свою очередь это приводит к тому, что большое количество работ в спортивной психологии, использующие айтрекинг, сравнивают показатели глазодвигательной активности спортсменов с разным уровнем мастерства. А.С. Солодков и Е.Б. Сологуб отмечают, что опытные спортсмены быстрее формируют зрительный образ действия, поскольку у них лучше выражена поисковая функция глаза и они способны эффективно выделять наиболее важные элементы спортивной техники (Солодков, Сологуб, 2008).

Во-вторых, системы айтрекинга характеризуются высокой экологической валидностью, поскольку они позволяют проводить регистрацию показателей не только в лабораторных условиях, но и в условиях обычной тренировки. Кроме того, в настоящее время существуют системы трекинга глаз, наиболее подходящие для таких целей (Рис. 2.31), так как они позволяют исследовать глазодвигательную активность спортсмена, непосредственно выполняющего те или иные технико-тактические действия (Рис. 2.32).



Рисунок 2.31 – Мобильный бинокулярный айтрекер



Рисунок 2.32 – Футболист в процессе дриблинга

В-третьих, технологии айтрекинга могут служить не только средством психологической диагностики, но и средством обучения спортсменов. Для этих целей интересны результаты исследований, посвященных сравнению показателей движений глаз спортсменов с разным уровнем мастерства.

Кроме того, предполагается, что метод айтрекинга может быть использован в качестве дополнения к широко используемым в спортивной психологии мысленным тренировкам, визуализации, поскольку это позволяет отслеживать и анализировать характеристики движений глаз атлетов при представлении ими визуальных образов, в том числе образов движений (Горовая, Коробейникова, 2013; Abernethy, Farrow, 2002).

Отдельно можно выделить еще одно, четвертое преимущество — возможность совмещения процедуры регистрации глазодвигательной активности с регистрацией других психофизиологических показателей, отражающих функциональное состояние спортсмена: волновой активности мозга, регистрируемой при помощи методов электроэнцефалографии; частоты сердечных сокращений, кожно-гальванической реакции, электромиограммы (Mann et. al., 2011), вестибулярных функций (Напалков, Ратманова, Коликов, 2009), регистрируемых с помощью методов биологической обратной связи и других аппаратурных систем диагностики (Грушко, Леонов, 2013).

Несмотря на очевидные достоинства использования современных технологий регистрации движений глаз в спортивной деятельности, их применение имеет ряд ограничений: использование данных методов связано с определенными временными затратами (включение/выключение устройств, калибровка оборудования и т. п.). Еще одним недостатком работы мобильных систем является высокая трудоемкость анализа полученных данных, которая сводится буквально к покадровому анализу видеоизображения (Барабанщиков, Жегалло, 2013). Таким образом, требуется глубокое понимание специфики вида спорта, чтобы суметь обнаружить «ошибки внимания» или неэффективные стратегии сканирования дистанции, спортивного поля и т. п. Кроме того, существуют ограничения по использованию технологий айтрекинга в различных климатических условиях (например, холодную и влажную погоду), а также при интенсивном освещении.

Среди основных направлений психологической подготовки с использованием технологий регистрации движений глаз можно выделить следующие:

(1) Повышение точностных характеристик спортивной деятельности;

(2) Оптимизация зрительного поиска и принятия решений;

(3) Диагностика и коррекция сложно-координированных действий;

(4) Повышение скоростных параметров деятельности.

Формирование образных репрезентаций репрезентативных образов в скалолазном спорте

В эксперименте использовалась мобильная система видео-регистрации движений глаз ETG SMI. Также испытуемые заполняли опросник «The Sport Imagery Questionnaire» (SIQ) (Веракса, Горовая и соавт., 2014), который направлен на измерение частоты использования спортсменами мысленных образов в спортивной подготовке.

Исследование состояло из двух экспериментов.

Эксперимент № 1 включал 2 этапа. На первом этапе испытуемым (скалолазам) предлагалось пройти трассу, приблизительно равную среднему уровню онсайт по группе (далее - легкая), а на втором этапе - трассу выше среднего уровня онсайт по группе (далее - сложная трасса).

Перед прохождением трасс испытуемые надевали очки для айтрекинга и просматривали в течение двух минут трассу в привычной для себя манере (Рис.2.33-2.34).

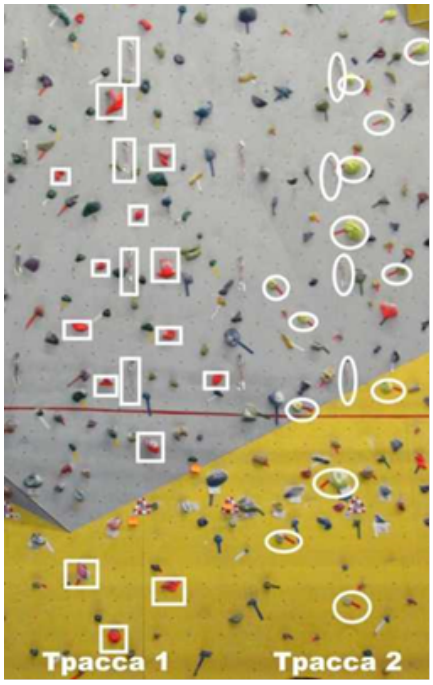


Рисунок 2.33 – Общий вид экспериментальных трасс (легкой и сложной)



Рисунок 2.34 – Предварительный просмотр трассы испытуемым

Испытуемые. В исследовании приняли участие 23 человека (м=14; ж=9; средний возраст = 16,09+3,95 лет), входящие в состав сборной Москвы и России. Среди них 6 человек имеют спортивные звания (заслуженный мастер спорта, мастер спорта, кандидат в мастера спорта), 17 человек - I-III спортивные разряды. Исследование проводилось на базе скалолазного центра г. Москвы «Big Wall».

Легкую трассу смогли успешно пройти все испытуемые. Сложную трассу смогли пройти только 52% участников, при этом 13% испытуемых сорвались в начале прохождения трассы, а 35% - на середине. Таким образом, можно заключить об адекватности выбранной трассы в качестве сложного маршрута.

Анализ данных айтрекинга проводился по ряду параметров: количество фиксаций взора во время просмотра трассы; время, затраченное на просмотр, средняя скорость просмотра трассы.

Результаты анализа движений глаз показали, что у 56% испытуемых увеличилось время, затраченное на просмотр сложной трассы по сравнению с легкой трассой. Также значимо увеличилось среднее количество фиксации на одной зацепке.

Кроме того, на основе данных айтрекинга было выявлено несколько типов

стратегий зрительной ориентировки при просмотре трасс перед непосредственным их прохождением: «восходящая», «зигзагообразная», «фрагментарная» и «последовательная с проработкой блоков» (Рис. 2.35).

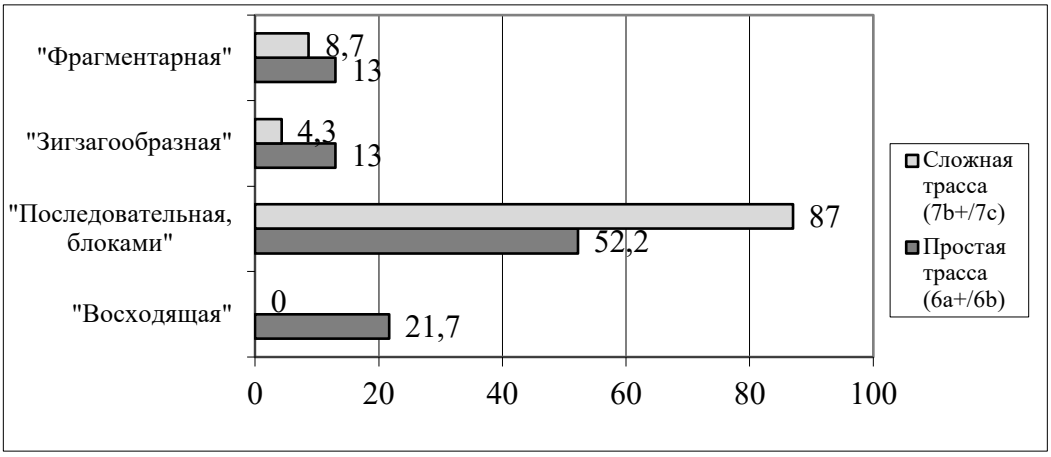


Рисунок 2.35 – Стратегии просмотра скалолазных трасс

Восходящая стратегия – при такой стратегии атлет просматривает трассу снизу вверх и заканчивает просмотр на финишной зацепке. Длительность просмотра составляет в среднем 5-7 секунд, что гораздо быстрее других стратегий. Такая стратегия характерна примерно для 21,7% скалолазов при просмотре первой трассы. При просмотре сложной трассы такая стратегия, как правило, уже не использовалась.

Зигзагообразная, или пилообразная, стратегия (Величковский, 2006) – при такой стратегии просмотра скалолазных трасс наблюдается «сквозной» зигзагообразным просмотром, при этом наблюдаются фиксации на зацепках и оттяжках незначительной продолжительности. Проработка целостными блоками при этом отсутствует (Рис. 2.36). При просмотре легкой трассы она встречается у 13% спортсменов; сложной - у 4,3%.

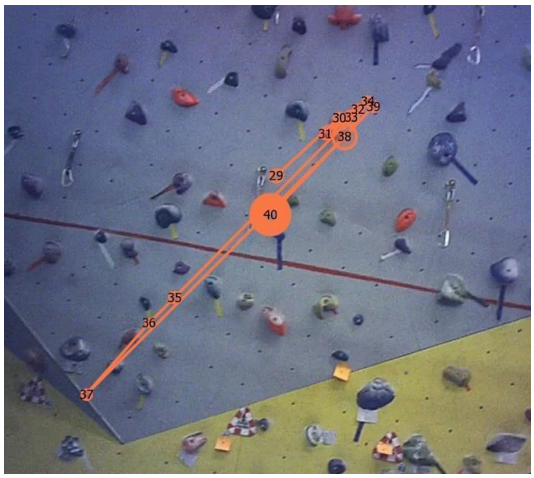


Рисунок 2.36 – Пример использования зигзагообразной стратегии (фрагмент видеозаписи)

Результаты работы показали, что зигзагообразная стратегия свойственна спортсменам, имеющим наиболее высокие спортивные достижения. Вероятно, что восходящая и зигзагообразная стратегии просмотра скалолазных трасс характеризуются общим ознакомлением спортсмена с направлением маршрута (спортсмен «считывает» информацию с нескольких фрагментов трассы и формирует ее обобщенную репрезентацию). Таким образом, восходящая и зигзагообразная стратегии в меньшей связаны с тактической проработкой последующих действий.

Фрагментарная стратегия – при таком типе стратегии просмотра трасс спортсмен просматривает только избранные участки трассы, большинство зацепок и точек страховки «игнорирует». Такая стратегия оказалась свойственна 13% скалолазов при просмотре легкой трассы и 8,7% при просмотре сложной.

Последовательная стратегия с проработкой блоков – такая стратегия просмотра трасс предполагает последовательное «визуальное сканирование» трассы блоками, состоящими по 2-5 зацепок (Рис. 2.37). Таким образом, используя данную стратегию, скалолаз не просто направляет свой взор снизу-вверх, но и последовательно и тщательно прорабатывает отдельные участки

трассы, вероятно, представляя при этом альтернативы возможного расположения рук и / или ног. Последовательная стратегия является наиболее распространенной среди скалолазов. Отметим также, что частота ее применения увеличивается в зависимости от сложности маршрута. Так, у участников нашего исследования она наблюдалась в 52,2% в случае просмотра легкой трассы, и 87% - сложной трассы.

Мы предполагаем, что применение данной стратегии является наиболее эффективным при подготовке к прохождению трассы, т.к. спортсмен постепенно и вдумчиво анализирует ее основные участки: стартовую и финишную часть, наиболее сложный участок трассы, так называемый «ключ», места для отдыха и использования магнезии и т. д.

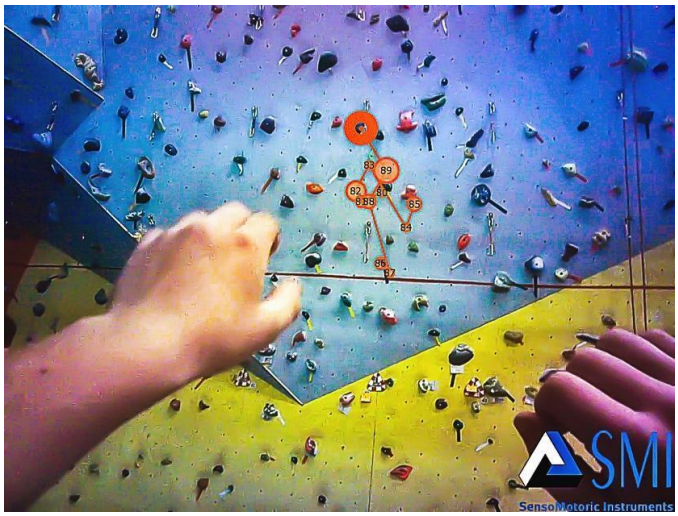


Рисунок 2.37 – Пример использования последовательной стратегии с проработкой блоков (фрагмент видеозаписи)

Спортсмены, использующие последовательную стратегию с проработкой блоков, чаще характеризовались так называемой пространственной антиципацией - предвосхищения последующих действий при непосредственном прохождении трассы (Мартынов, 2001). При просмотре трассы скалолазы имитировали лазательные движения, подключая при этом мелкую моторику (расположение пальцев на зацепке), так и крупную – поворот корпуса, наклоны,

прыжки и др. Характер подобных антиципирующих действий различался в зависимости от уровня спортивной подготовки скалолазов. Наиболее дифференцированные движения наблюдались у скалолазов более высокого уровня (Рис. 2.38).



Рисунок 2.38 – Пример мысленной проработки спортсменом финишного участка скалолазной трассы (фрагмент видеозаписи)

Отдельно отметим, что в исследовании не было установлено взаимосвязи частоты и типов используемых мысленных образов и характера стратегии зрительного просмотра скалолазных трасс.

В эксперименте № 2 была продолжена работа по исследованию стратегий просмотра скалолазных трасс спортсменами высокой квалификации (мастеров спорта и кандидатов в мастера спорта России). Следует отметить, что в эксперименте № 1 уровень сложности трасс выбирался в соответствии со средним уровнем подготовленности всей группы спортсменов. В эксперименте № 2 акцент делался на анализ стратегий зрительной ориентировки при просмотре скалолазных трасс в соответствии с уровнем скалолазной подготовки спортсменов.

В исследовании приняли участие 5 спортсменок-скалолазок (возраст 19,5±2,1 лет), специализирующихся в дисциплине «трудность». Все спортсменки являются членами сборной команды России по скалолазанию, что подчеркивает высокий уровень профессионализма участников. Исследование проводилось на базе скалолазного центра г. Москвы «Big Wall».

Перед проведением эксперимента была собрана информация (на основе

самоотчетов, а также информации тренеров) по каждой из участниц исследования об уровне скалолазной подготовки (в том числе среднем уровне онсайт), а также стаже занятий скалолазанием. На основании данной информации для каждой спортсменки подбиралась легкая (на категорию ниже уровня онсайт) и сложная трасса (соответствующая уровню онсайт). Спортсменкам располагались на таком расстоянии от стены скалодрома, чтобы было удобно обозревать все участки скалолазного маршрута (Рис. 2.39).



Рисунок 2.39 – Предварительный просмотр трассы участницей исследования

Результаты исследования показали, что для спортсменок-скалолазок, независимо от уровня сложности трассы, свойственна последовательная стратегия с проработкой отдельных блоков. В то же время просмотр сложной трассы характеризуется большей длительностью (в 4 случаях из 5). Как и в первом эксперименте, для участниц исследования оказались характерны антиципирующие движения рук (выбор руки, типа хвата) в соответствии с местоположением, размером и формой скалолазной зацепки, при этом данный тип движений оказался более выраженным при просмотре сложной трассы.

Таким образом, результаты второго эксперимента подтверждают важность последовательного и тщательного просмотра скалолазной трассы до начала непосредственного прохождения. Повышение сложности предстоящей

двигательной задачи оказалось связано с более длительным, тщательным анализом и планированием будущих движений. При этом более успешные и опытные спортсмены склонны просматривать скалолазный маршрут, используя «последовательную стратегию с проработкой блоков», независимо от уровня сложности трассы.

Подробные результаты исследования представлены в статье (Грушко, Леонов, 2013).

Таким образом, результаты исследования на спортсменах-скалолазах показали, что уровень спортивного мастерства, а также сложность поставленной задачи оказывают влияние на особенности глазодвигательной активности, стратегию предварительного просмотра скалолазных трасс, а также на успешность решения спортивной задачи. Соответственно и характер образных репрезентаций будет значимо зависеть от уровня спортивного мастерства скалолазов, а также сложности поставленной задачи перед спортсменами. Систематическое целенаправленное формирование образной репрезентации на основе использования метода айтрекинга может обеспечить более быстрое формирование адекватной системной образной репрезентации.

Результаты работы показали, что при просмотре сложных трасс скалолазам свойственна последовательная стратегия с проработкой участков трасс блоками (87% случаев), которая сопровождается антиципирующими движениями: поворотом/наклоном корпуса, движениями ног, рук, в том числе изменениями мелкой моторики: подбором хвата в зависимости от величины и формы зацепки, на которую смотрит спортсмен. Кроме того, повышение сложности двигательной задачи сопровождается увеличением количества фиксаций ($p<0,05$), времени предварительного просмотра трассы (в 56% случаев).

2.7.2. Исследование глазодвигательных стратегий в формировании образных репрезентаций двигательных навыков и их компонентов в спортивной деятельности на примере футбола

Большая популярность футбола в современном мире приводит к тому, что этот вид спорта привлекает внимание специалистов из различных областей, включая спортивную науку и спортивную психологию, в частности. Это, в свою очередь, отражается на большом количестве научных публикаций, освещающих различные аспекты данного вида спорта, включая диагностику и психологическое сопровождение атлетов разного уровня подготовки:

Работы (Шамардин, 2008; Нифонтов, 2009; Веракса, Горовая, 2010; Веракса, Горовая, 2013; Губа, Маринич, 2014; Dosil, 2006; Vaeyens et al, 2007; Toering et al., 2009; Verburgh et al., 2016; и др.) посвящены изучению мало опытных спортсменов;

Исследования (Коровин, 2008; Аверьянов, Кузнецов, 2014; Vaeyens et al, 2007; Vanttinen et al., 2010; Timmis et al., 2014; и др.) направлены на изучение работы с атлетами среднего уровня исполнительского мастерства. Элитные спортсмены изучались в трудах (Новиков, 1989; Нифонтов, 2009; Воронова, 2013; Vaeyens et al, 2007; Windsor et al., 2011; и др.) и игроков мирового класса («элитных спортсменов») (Jordet, 2005).

В силу того, что футбол является сложным, социально-психологическим видом деятельности, особую актуальность приобретает групповое взаимодействие, сплоченность внутри коллектива (Савинкина, 2015; Windsor et al., 2011; и др.). Среди наиболее важных характеристик данной спортивной деятельности являются высокая динамичность игры, технико-тактическая, физическая подготовке, способность к антиципации (Новиков, 1989; Erickson, 2007; Grushko et al., 2016).

В качестве основных требований к психологической подготовке футболистов можно отнести: большое количество анализируемой информации, скорость её обработки, изменчивость спортивной ситуации, жесткие временные рамки восприятия эпизода, имплементация намеченного плана, синхронизация своих действий с партнерами по команде и противником, высокая стресс-резистентность, наличие гибкого игрового интеллекта, эмоциональная устойчивость к недоброжелательной обстановке со стороны болельщиков и др.

Таким образом, можно заключить, что комплексная психологическая работа с футболистами должна выстраиваться системно, междисциплинарно, с учётом большого количества направлений подготовки атлетов в физическом, технико-тактическом, психологическом, медико-биологическом и др. аспектов.

Особую нагрузку спортсмены испытывают в когнитивном плане: решение пространственно-временных задач спортивной деятельности (Verburgh et al., 2016); ситуаций, связанных с вниманием (Новиков, 1989; Нифонтов, 2009, 2010; Байрачный, Воронова, 2011; Воронова, 2013; Dosil, 2006; Romeas, Guldner, Faubert, 2016; и др.), «периферического зрения», мышления (Арбузин, 2006; Нифонтов, 2010; Costa et al., 2011; Khacharem et al., 2013; Memmert et al., 2013; Memmert, 2014; Andrade, Costa, 2015; и др.).

Роль зрительной системы и движений глаз в осуществлении технико тактических действий футболистов

Зрительная система является одним из основных источников получения информации о мире, поэтому реализация практически любых видов деятельности осуществляется при непосредственном участии зрительной системы. Спортивная деятельность не является исключением. При этом определенные виды спорта, к примеру, игровые, к которым относится и футбол, предъявляют особенно высокие требования к зрительной системе, так как данная система участвует практически во всех аспектах игры. Ряд авторов отмечают при этом важность

скорость принятия решения и техническое исполнение при минимальном зрительном контроле атлетов (Осташев, 1982, цит. по Сергиенко, 2013). Как было отмечено выше, в нашей работе мы рассмтариваем не столько виды спорта, сколько типологию спортивной деятельности – спортивную специализацию. Мы видим, что в ней функции игроков будут в некоторых случаях диаметрально противоположными, например, форварда и вратаря. Действия голкипера изучались в работах (Голомазов, Чирва, 1994; Шамардин, 2008; Шварц, Хамера, 2010; Сергиенко, 2013; Kuhn, 1988; Savelsbergh et al., 2002; и др.) отдельно рассматриваются технические действия вратарей. В исследованиях отмечается важность развитости зрительно-моторной координации («глаз - рука»), сложной реакции на движущийся объект и антиципационные способности вратарей.

В работах С. Голомазова и Б. Чирвы (1994) показаны результаты исследования по эффективности действий голкипера, полевых игроков в зависимости от наблюдения движения мяча после удара. Авторы продемонстрировали, что чем меньше времени мяч находится в поле зрения игрока, тем ниже вероятность его отражения. В экспериментальных исследованиях с вратарями, которые должны были отражать футбольные мячи из специального устройства, были получены интересные результаты. В одной экспериментальной группе вратари могли видеть вылетающие мячи достаточно длительное время, в другой – короткое время. Вратари из первой группы повысили свои показатели, но только в тех условиях, в которых они тренировались. Далее, авторами были проведены эксперименты по обучению юных игроков и вратарей, в которых упражнения строилось так, чтобы удары по воротам и передачи выполнялись как можно быстрее (например, «слету» или в одно касание). Такие задачи-упражнения привели к улучшению результатов и повышению игровых показателей. Помимо этого, игроки и вратари стали не только быстрее реагировать на мяч, но и улучшили свои антиципационные возможности (Голомазов, Чирва, 1994, с. 40-41).

В настоящее время во множестве научных работ, посвященных исследованиям технико-тактических действий атлетов, применяется система регистрации движения глаз (Грушко, Леонов, 2014; Wood, Wilson, 2010, 2011; Piras, Vickers, 2011; Timmis et al., 2014). Данная система является валидным, надежным инструментом в работе со спортсменами, но её эффективность определяется экспериментальным дизайном исследования и релевантностью профессиональной специфичной ситуации.

В настоящем исследовании использовалась батарея методик, которая включала в себя следующие тестовые задания:

Методика 1. Тест «Геометрические фигуры» (узнавание фигур).

Данная методика направлена на изучение кратковременной памяти. Атлету предъявляются на короткий временной интервал геометрические фигуры, которые требуется запомнить (частота предъявления – 1 фигура за 50 мс).

Далее спортсмену нужно определить, присутствует ли данная фигура в следующем ряду, среди других геометрических объектов. Экспериментатору требуется оценить продолжительность, количество и соотношение правильных и не правильных ответов.

Методика 2. Красно-черные таблицы Шульте-Платонова.

Данная методика используется для диагностики распределения и переключения внимания. Испытуемому на экране предъявляется матрица, состоящая из 49 клеток (7*7), заполненных черными и красными цифрами. От спортсмена требуется в определенной последовательности находить цифры и отмечать их путем нажатия левой кнопкой мыши на соответствующей клетке таблицы. Тестирование включало 3 серии заданий:

1. Последовательный выбор чисел в порядке их возрастания (от 1 до 25), отмечать черные числа;

2. Последовательный выбор чисел в порядке их убывания (от 24 до 1), отмечать красные числа;

3. Последовательный выбор пары из черных и красных чисел (первое число в паре - черное), сохраняя при возрастающий порядок черных чисел, и убывающий - красных. Таким образом, сначала испытуемые должны были отметить пару: 1 - черный, 24 - красный; затем пару 2 - черный, 23 - красный, и так далее, последний выбор - 25 - черный.

Если испытуемый допускал ошибку - нажатие на неверную клетку таблицы, либо по причине пропуска цифры, либо ее повторения, а также в случае нарушения в счете последовательности или же случайного нажатия кнопки, то это фиксировалось, и испытуемому предъявлялась подсказка в виде последнего правильного выбора числа или же пары чисел в третьей серии.

В каждой серии задания фиксировалось время выполнения, количество ошибок и реакция (скорость нахождения одного числа).

Тестирование по описанным методикам проводилось с помощью компьютеризированного комплекта психодиагностических методик «Практика МГУ».

Методика 3. Диагностика динамического внимания в условиях 3D-стимуляции с использованием аппаратного комплекса «CogniSense Neurotracker» (Рис. 2.40).



Рисунок 2.40 – Участник исследования в процессе диагностики внимания на аппаратном комплексе «CogniSense Neurotracker»

Данный диагностический инструментарий был разработан Дж. Фабером совместно с Л. Сидеботтом (Faubert, Sidebottom, 2012) для изучения и развития внимания, в особенности таких его характеристик, как: избирательность, распределение, объем, переключение, помехоустойчивость и др. Аппаратный комплекс подтвердил свою высокую эффективность, что показано в работах: Legault, Faubert, 2012; Mangine et al., 2014; Romeas, Guldner, Faubert, 2016.

Процедура исследования заключалась в том, чтобы удержать в фокусе внимания движущиеся стимулы – мячи разного цвета. Всего было проведено 20 сессий. Испытуемому на мониторе предъявлялись мячи в количестве 8 единиц. Далее половина мячей меняла цвет на красный в течение определенного временного интервала, затем снова мячи становились желтыми. В течение 8 секунд мячи активно перемещались. После этого была остановка мячей и высвечивались номера объектов. Спортсмену необходимо назвать номера четырех мячей, которые высветились красным цветом в начале сессии. Если все 4 мяча были названы правильно, скорость движения мячей в следующей сессии увеличивается, если допускается от 1 и более ошибок - снижается (Faubert, Siddebottom, 2012). Для реализации этой процедуры в нашей работе использовался портативный комплекс «CogniSense Neurotracker» (Рис.2.40).

Методика 5. Опросник «The Sport Imagery Questionnaire» (SIQ)

Данная методика опросного типа направлена на оценку частоты использования спортсменами мысленных образов в спортивной подготовке (Веракса, Горовая и соавт., 2014).

Методика 6. Шкала ситуативной и личностной тревожности Ч.Д. Спилбергера - Ю.Л. Ханина (Елисеев, 2001).

Данная методика направлена на оценку уровня тревожности спортсмена, отраженной в показателях ситуативной тревожности и тревожности, как устойчивой личностной черты.

Регистрация движений глаз в процессе выполнения спортивно-специфических задач

В данном эксперименте использовалась мобильная система регистрации движений глаз «Eye-tracking Glasses» компании «SensoMotoric Instruments» (ETG SMI). Направление взгляда определяется на основе вектора смещения между позициями центра зрачка и роговичного блика (Барабанщиков, Жегалло, 2013).

Технические характеристики работы устройства: работа ETG позволяет осуществлять бинокулярный трекинг глаз с частотой регистрации - 30 Гц; погрешность 0,5 углового градуса; съемка видео сцены в HD-качестве с разрешением 1280x960.

В начале тестирования в исследовании приняло участие 61 спортсмен, из них 34 - профессиональные футболисты (ср.возраст – 21 год, средний стаж – 15 лет), выступающие во втором дивизионе Профессиональной футбольной лиги России в составе футбольного клуба «Строгино», и 27 футболистов полупрофессионального уровня подготовки (учащиеся спортивных школ «Строгино», «Чертаново») (ср.возраст – 16 лет, средний стаж – 9 лет). Вторая группа выступала в качестве контрольной на первом этапе исследования - тестировании с помощью опросников, психометрических тестов и др.

По окончанию проведения тестирования в итоговой выборке осталось 23 игрока.

Исследование проводилось в согласовании с рекомендациями сертифицированного тренера FIFA, главного тренера ФК «Строгино», помощника главного тренера молодежной сборной России.

В результате проведенного исследования (методика 5) было показано, что использование навыков визуализации технических действий, мотивирующих мысленных образов является важной составляющей психологической подготовки в футболе (таблица 2.8).

Таблица 2.8. – Использование мысленных образов в спорте игроками разного уровня спортивного мастерства

	Тип образа	К-С	К-О	М-С	М-ОА	М-ОР
Профессиональные игроки	Сред. знач.	5,48***	5,31*	5,19*	4,77	5,17**
	Ст. откл.	0,77	0,83	1,01	1,27	0,59
Полупрофессионалы	Сред. знач.	4,64	4,81	4,54	4,44	4,41
	Ст. откл.	0,81	1,00	1,01	1,47	1,06

Примечание: знаком «***» отмечены статистически достоверные различия на уровне значимости $p<0,001$; «**» - $p<0,01$; «*» - $p<0,05$.

Исходя из полученных данных, мы видим, что профессиональные игроки чаще используют мысленные образы в спортивной подготовке. Наиболее часто спортсмены обращались к образам когнитивного типа, направленных на мысленную проработку общих (К-О) и специализированных (К-С) аспектов реализации технико-тактических действий, в том числе и мотивирующих типов образов.

Значимых различий между группами обследованных футболистов по уровню ситуативной и личностной тревожности не было выявлено.

Был проведен сравнительный анализ результатов исследования кратковременной памяти, характеристик внимания и времени реакции футболистов (методики 1 - 3).

Исходя из полученных данных, опытные футболисты превзошли менее профессиональных игроков по следующим показателям: меньшее количество ошибок в ходе выполнения задания по тесту 1, более высокий темп выполнения задания «Красно-черные таблицы». В результате анализа методики 3 было показано, что опытные футболисты отличались имеют более высокими показателями.

Полученные результаты психодиагностического обследования двух категорий футболистов могут свидетельствовать о том, что профессиональные футболисты обладают большей сформированностью профессионально важных качеств как со стороны мотивационно-личностных, так и когнитивных характеристик, что говорит о более высоком уровне и психологической подготовки.

Подробное описание полученных результатов проведенного экспериментального исследования представлены в статье (Грушко, Леонов, 2015).

Предварительное тестирование спортсменов проводилось в помещении исследовательского корпуса с помощью оборудования мобильной системы регистрации движений глаз «Eye-tracking Glasses» «SensoMotoric Instruments» (ETG SMI). Задача спортсменов заключалась в релаизации различных профессионально релевантных приемов: техники дриблинга на высокой скорости и без задачи на скорость, жонглирование мячом, выполнении передач.

Из-за лимитирующих факторов системы регистрации движения глаз было принято решение оставить в исследовании исключительно те технические элементы, в реализации которых у атлетов не возникало состояния дискомфорта (связанного с длительным привыканием к осуществлению действий в очках); возможность регистрации технических действий (с помощью камеры сцены, расположенной на очках для айтрекинга), движения глаз, связанные с выполнением технических действий. Например, при жонглировании ногами мяча он может перемещаться выше уровня глаз и, следовательно, камеры, расположенные на очках, не регистрируют движения глаз, т. к. футболисту было проще смотреть поверх очков, но не поднимать голову, отслеживая положение мяча.

По итогам предварительного исследования в экспериментальном дизайне были оставлены следующие технические приемы: 1) дриблинг вокруг конусов на

высокой скорости исполнения; 2) попадание мячом в определенную зону ворот. Данный прием использовался в исследованиях Г. Вуда и М. Вилсона (Wood, Wilson, 2010, 2011, 2012), в которых для оценки точности исполнения пенальти футбольные ворота делились на несколько секторов.

Основное наше исследование проводилось в полевых условиях в отличие от экспериментов Тиммиса, Вида, Вилсона, которые выполнялись в закрытых помещениях (Timmis et al., 2014; Wood, Wilson, 2010, 2011). С нашей точки зрения, это позволило повысить экологическую валидность нашей работы – обеспечить условия в наибольшей степени соответствующие реальным переживаниям атлетов, проанализировать технику дриблинга в привычной для футболистов обстановке. Мы опирались на основные положения, которые были разработаны в классических работах психологии труда В. П. Зинченко, В. М. Мунипова, в которых было показано, что качество действия чрезвычайно чувствительно к различным изменениям, вносимым в условия протекания деятельности (Зинченко, Мунипов, 1979).

В частности, в лабораторных условиях характеристики поверхности (пола), его жесткости и т.д., существенно отличаются от привычного для спортсменов покрытия футбольного газона, что, несомненно, влияет на выполнение технических приемов, связанных, в том числе, и с изменением схемы тела (гладкая поверхность требует смены привычных футбольных бутс на обувь для мини-футбола в зальном помещении) и характерных для атлетов восприятий/переживаний: «чувства мяча», «чувства газона» и др. (Лях, Витковски, 2010).

На футбольном поле, на котором проходили тренировки спортсменов, были расставлены специальные фишки (6 штук) перед воротами в определенном порядке, имитирующих игроков противника. Спортсмену требовалось осуществлять дриблинг с мячом для обведения расположенных фишек на его пути к воротам. При этом требовалось выполнять упражнение на максимальной

скорости. После прохождения последней фишки игрок должен был нанести удар в заранее определенную зону ворот.

Созданная задача представляла собой профессионально специфичную спортивную ситуацию, в ходе которой атлет должен был на высокой скорости осуществить обыгрыш игроков противника и нанести акцентированный удар в определенный угол ворот. В центре ворот находился вратарь.

Характерной особенностью данной экспериментальной ситуации является динамичность задачи в ходе регистрации глазодвигательных паттернов футболистов. В предыдущих исследованиях проводилось изучение движения глаз преимущественно при выполнении штрафного удара с 11-метровой отметки (пенальти), что включало меньшее количество двигательных действий и не предполагало контроля за положением мяча до момента нанесения удара, так как мяч находился статично.

В экспериментальной задаче расстояние между фишками составляло 2,4 метра, до штрафной площадки - 10 метров. Расстояние от старта с мячом до первой фишки было 50 сантиметров.

Все испытуемые должны были выполнить разминочные упражнения, которые включали в себя, в том числе, ведение мяча по несколько раз.

Далее игроки в случайном порядке получали карточки с отмеченной зоной ворот, в которую должен был быть нанесен удар мячом после обведения фишек.

Определение зон ворот был произведен в соответствии со схемой, предложенной Г. Вудой и М. Вилсоном (Wood, Wilson, 2010, 2011, 2012).

Экспериментальное задание должно быть пройдено игроками по два раза. При этом спортсмен получал карточку с отмеченной зоной нанесения удара каждый раз заново. В итоговую таблицу анализа данных вошли результаты второго выполнения серии заданий. Первые пробы рассматривались как тренировчные, необходимые для привыкания к оборудованию.

В качестве ошибок нами считались следующие действия спортсменов: пропуск фишки, касание фишки (и / или падение), удар мимо ворот, попадание в другой сектор ворот.

Необходимо отметить, что тестирование проводилось в одно и то же время на тренировочном поле.

В процессе подготовки к проведению исследования для футболистов были созданы одинаковые и экологически валидные условия тестирования. Также посредством видеосъемки фиксировалось прохождение дистанции спортсменами.

В качестве параметров анализа регистрации движения глаз футболистов были выбраны следующие переменные: количество фиксаций, саккад, морганий; длительность фиксаций, саккад, морганий; количество и соотношение экспресс-фиксаций (<150 мс) и когнитивных фиксаций (от 150-900 мс) (Schleicher et al., 2008); соотношение фиксаций, связанных с амбиентной (100-300 мс) и фокальной обработкой (>300 мс) (Величковский, 2006).

В качестве эффективности выполнения экспериментальной задачи проводилась оценка следующих данных: показатель техничности игрока - скорость ведения мяча, время прохождения дистанции от старта до момента нанесения удара по воротам (включительно); точность удара – попадание в заданный сектор ворот. Также в ходе анализа учитывались игровое амплуа футболиста, его опыт, стаж, разряд.

В результате анализа количественных параметров регистрации системы движения глаз было выявлено, что 56% испытуемых фиксировали взор перед нанесением удара по воротам по сравнению с фиксациями взора в процессе дриблинга. Данный результат согласуется с QE-паттерном, описанным в работах Викерса, Харла и др. (Vickers, 1996; Harle, Vickers, 2001 и др.), согласно которым перед выполнением намеченного действия, связанного с попаданием в цель (в

данном исследовании – заданный сектор ворот), продолжительность фиксаций увеличивалась.

В ходе анализа коротких фиксаций движения глаз испытуемых было показано, что в процессе дриблинга испытуемые осуществляли минимальный зрительный контакт над выполняемым действием. Данный факт, свидетельствует о достаточно высоком уровне мастерства футболистов. Такой тип фиксаций является характерным для абиентной обработки зрительной информации, что было подтверждено в том числе и в игровых видах спорта (Jordet, 2005).

Статистический анализ полученных результатов показал, что достоверные корреляции наблюдаются между параметрами «Точность попадания» и «Длительность фиксаций» ($r=0,434$, $p<0,05$); получена положительная корреляция между параметрами «Техника» и «Длительность фиксаций» ($r=0,426$, $p<0,05$).

Параметр «Игровое амплуа футболиста» в нашем исследовании не обнаружил статистически достоверного влияния на паттерны глазодвигательной активности футболистов в процессе тестирования. Главным отличием «нападающих» от «защитников», «полузащитников» заключалось в скорости реализации дриблинговых задач. Это является ожидаемым результатом, т.к. скоростные качества и особенности техники владения мячом нападающих отличаются на других игроков на футбольном поле. Как было отмечено А.А. Шамардиным, нападающие в силу своих основных игровых обязанностей перемещаются на более высоких скоростях (Шамардин, 2008, с.22).

Нами был выполнен анализ глазодвигательных паттернов во время перемещения и фиксации взора: до начала упражнения (фаза программирования), во время ведения мяча (фаза реализации моторной программы), в момент пробивания мяча по воротам (фаза реализации моторной программы) и после удара (фаза контроля).

Перед выполнением упражнения футболист выполнял многократный просмотр предстоящей «дистанции» задания, фиксировал взор на секторе ворот, в который должен был нанести удар. В ходе реализации дриблинга наблюдалось преимущественно амбиентное восприятие, непродолжительные фиксации на футбольных конусах, опережающие саккады. В стадии непосредственно перед нанесением удара футболисты фиксировали взгляд на области ворот, в которую необходимо было осуществить удар. После нанесения удара следовала фаза контроля – слежение за направлением движения мяча.

Таким образом, можно заключить, что зрительные паттерны футболистов характеризуется наличием ориентировочно-исследовательских движений глаз, что также согласуется с проведенными ранее исследованиями (Гордеева и соавт., 1978, цит. По: Зинченко, Мунипов, 1979).

Исходя из анализа интегральной модели комплексной образной репрезентации, в случае анализа профессиональной деятельности футболистов доминирующими является зрительная и моторная модальности. Футбол как сложно-координационный вид спорта предъявляет высокие требования к подготовке спортсменов. Мы видим, что полученные результаты могут использоваться спортивными психологами, тренерами или другими специалистами, непосредственно участвующими в психологической подготовке спортсменов. Для выявления наиболее успешных стратегий реализации сложных сенсомоторных координаций, в данном случае, требуется сопоставление особенностей зрительной ориентировки игроков разного уровня спортивного мастерства. В качестве дальнейшего использования экспериментального дизайна работы с футболистами и трансформации диагностического инструментария в развивающий цикл упражнений, мы видим в следующем: введение в структуру заданий дополнительных переменных (скоростных циклов, усложнение целевых зон ворот противника, добавление реального защитника или партнера по атаке и др.).

Выводы по главе II

Нами предлагается понятие системного репрезентативного образа (системной образной репрезентацией), под которым понимается целостное адекватное структурное отражение в сознании спортсмена комплекса перцептивных, проприоцептивных, когнитивных и кинестетических элементов, необходимых и достаточных для эффективного выполнения спортивного действия в конкретной ситуации.

В зависимости от преобладания определенных образных репрезентаций, а также объективных требований спортивных ситуаций, включая уровень их неопределенности и динамичности, а также характера активности атлета, можно типологизировать виды спортивной деятельности на:

– статичные в заданных условиях (преимущественно стрелковые виды спорта, за исключением стендовой стрельбы);

– статичные в условиях неопределенности (стендовая стрельба, шашки, шахматы и др.);

– динамичные одиночные в заданных условиях (циклические виды спорта, фигурное катание, гимнастика, скалолазание, тяжелая атлетика и др.);

– динамичные групповые в заданных условиях (синхронное плавание);

– динамичные одиночные в условиях неопределенности (единоборства, бадминтон (одиночная игра), теннис (одиночная игра) и др.);

– динамичные групповые в условиях неопределенности (хоккей, волейбол, баскетбол, футбол и др.);

– условно динамичные (туризм, спортивное ориентирование).

Разработанная нами типология позволяет понять, какой тип мысленных образов будет задействован в той или иной конкретной спортивной ситуации, когда они будут более эффективными, позволяет выявить ключевые факторы или детерминанты определяющие спортивную эффективность атлетов. Это оптимизирует подготовку спортсменов, делает её более, с одной стороны

всесторонней, а другой стороны узкоспециализированной. Например, выделение СОР у хоккеистов позволяет увидеть наиболее общие характеристики образной репрезентации для данного вида спорта. Вместе с тем необходимо отметить, что для эффективной работы с конкретным атлетом, требуется учёт также спортивного амплуа, тренерских установок/игровой стратегии в определенной спортивной ситуации, физических возможностей атлета и др. аспектов.

Также представленная периодизация является средством ориентировки атлетов в вопросе профессионального ориентирования и самоопределения, построения адекватного образа мира спортивных профессий. Стоит отметить, что в основе разработанной типологии лежат именно характеристики спортивной деятельности. Профессиоведческий анализ необходимо выполнять именно исходя из специфики репрезентативных образов конкретных спортивных задач.

Моторное обучение, или обучение двигательным навыкам, очень сложный процесс, включающий не только непосредственно моторную (исполнительную) составляющую, но и уровень ментальных структур – ментальных репрезентаций (Поликанова и др., 2021). Оба эти уровня (моторный и ментальный) развиваются параллельно по мере совершенствования спортивного мастерства, однако, при этом между ними нет прямой связи. В частности, мы не можем судить о сформированности ментальных репрезентаций по уровню исполнительного мастерства, а на основе моторных навыков – оценивать уровень ментальных репрезентаций. Таким образом, оба уровня крайне значимы для формирования спортивного мастерства, но поскольку между ними нет прямого переноса, то соответственно, можно сделать вывод о необходимости «транзитного» периода – процесса перехода одного уровня в другой, подразумевающий планомерную комплексную работу спортсмена, тренера и психолога. Важно также акцентировать внимание на том, что для начинающего спортсмена приоритетом является формирование непосредственно моторных навыков, тогда как для более

опытного атлета более значимым будет формирование образной системы ментальных представлений выполняемых спортивных движений.

В настоящей главе мы показали, что формирование спортивного мастерства у начинающих атлетов очень сложный и комплексный процесс, что особенно наглядно проявляется при формировании двигательных навыков у юных спортсменов.

У старших дошкольников и младших школьников еще недостаточно развиты когнитивные функции и произвольное внимание. Это приводит к тому, что дети этих возрастов еще не могут долго удерживать внимание, они постоянно отвлекаются. В различных исследованиях, включая наши работы, показано, что более эффективным является использование символических средств, в том числе для обучения моторным навыкам. Для обучения спортивным действиям в качестве такого символического средства может выступить метафора. Она предполагает в себе схематичность заучиваемого материала (навыка, движения), то есть имплицитность – когда ребенок заучивает движение сразу, без разбивания по последовательности более мелких движений. Кроме того, более эффективным будет дополнительное использование видеозаписей данных заучиваемых движений.

Полученные в исследовании результаты подтверждают предположение о том, что формирование образных представлений, а соответственно и системной образной репрезентации в детском возрасте, особенно в старшем дошкольном и младшем школьном возрастах, будет проходить эффективнее с помощью использования метафоры по сравнению с использованием знаковых средств.

Осознание факторов СОР значительно повышает эффективность овладение двигательным навыком (Запорожец, 1986, с.1 61).

В настоящей главе представлены результаты экспериментальных работ по исследованию психологической подготовки спортсменов разных видов спорта с учетом специфики репрезентативных образов.

Динамичные виды спортивной деятельности в заданных условиях и с элементами неопределенности (лыжные гонки, скалолазный спорт и синхронное плавание) характеризуются стабильными условиями (например, бассейн, скалодром) и строгими программами выступления, что требует технически идеального выполнения сложно-координационных элементов. В синхронном плавании важным фактором успеха является чувство ритма и времени, что способствует синхронности исполнения программы.

Целенаправленное формирование образных репрезентаций, включая «оттачивание» чувства ритма, может повысить эффективность выступлений, независимо от уровня мастерства спортсменов. В скалолазании, несмотря на стабильные условия, образные репрезентации отличаются: скалолазы должны быстро формировать стратегии прохождения трассы после ее просмотра. Систематическое формирование таких стратегий, как последовательная проработка блоков, способствует лучшим результатам.

Для циклических видов спорта важны образы от 1-го лица, так как они требуют внутренней ориентации и кинестезических ощущений. Однако в некоторых случаях, например, при «доталкивании», эффективнее использовать образы от 3-го лица для наблюдения за собственным движением.

Полнота ориентировки как в лыжных гонках, синхронном плавании, так и в скалолазном спорте складывается из огромного множества факторов, как внешней среды, так и внутренней. Важнейшее значение, конечно же, имеют моторные и кинестетические ощущения. Однако в условиях профессионального спорта такие способности, как синхронность чувства ритма/темпа в синхронном плавании, а также способность эффективно строить стратегию прохождения трассы в скалолазном спорте – могут иметь решающее значение и давать соответствующие преимущества перед соперниками.

Динамичные виды спортивной деятельности в условиях неопределенности (футбол, хоккей и вольная борьба) являются, с одной стороны, динамичными, а с

другой – они отличаются наличием большого количества комбинаторных ситуаций с высокой степенью неопределенности событий. Характер построения образных репрезентаций в таких видах спорта будет крайне сложный и комплексный, учитывающий ориентировку на множество факторов, как внешних (самой спортивной ситуации), так и внутренних (контроль за снарядом, положение тела; положение противника и др.). Репрезентативные образы должны формироваться для каждого отдельного приема/удара, а также для выявления и предупреждения ложных приемов.

Как мы видим, некоторые характеристики являются общими для всех видов спортивной деятельности, относящихся в соответствии с предложенной нами типологией к динамичным видам спорта в условиях неопределенности. К таким качествам можно отнести высокую скорость переработки информации; быстрые моторные реакции, включая реакцию выбора; быстроту принятия решений, в том числе в условиях дефицита времени; хорошо развитые свойства внимания – объем, переключение, распределение, способность одновременного слежения за несколькими динамическими объектами; способность к предвидению, или антиципации; пространственная память; тактическое или «игровое мышление» спортсменов, креативность.

При этом каждый конкретный вид спорта, в том числе относящийся к динамичным видам спортивной деятельности в условиях неопределенности, характеризуется комплексом специфических особенностей и требований к атлетам, которые в свою очередь будут обеспечивать высокую эффективность и, в случае хорошего развития данных свойств, будут обеспечивать преимущество спортсменов над соперниками.

В футболе, к примеру, к таким особенностям относятся, в том числе точность удара по мячу и способность предвидеть траекторию полета мяча. Используя такие методы, как регистрацию движения глаз, или айтрекинг, можно

сформировать у спортсмена наиболее эффективную стратегию взора, которая позволит выполнять более точные удары.

В нашем исследовании по изучению процессов внимания у стрелков было показано, что более профессиональные спортсмены характеризуются повышением концентрации и сужением объема внимания. Также для спортсменов-лучников свойственны высокие показатели устойчивости внимания, а также высокая эффективность решения задач на внимание. В то же время, отмечено снижение продуктивности выполнения методик на внимание при увеличении количества предъявляемых стимулов, тогда как профессиональная успешность спортсменов оказалась связана с умением при необходимости распределять внимание.

Также со спортсменами после проведения процедуры проводилась беседа с целью понять, как именно они представляли выстрелы (сделан ли акцент на зрительный образ, на телесный образ, техническое движение или др.). Были выявлены различия у спортсменов по стратегиям представления выстрелов. Спортсмены, показавшие высокие результаты, характеризовались более четкими зрительными образами во всех пробах на представление. Тогда как у менее эффективных спортсменов чаще наблюдались нечеткие зрительные образы и более ясные телесные ощущения.

Таким образом, репрезентативные образы в статичных видах спорта характеризуются высокой концентрацией внимания, а также подавлением вербально-аналитических функций во время прицеливания. Кроме того, как было показано в исследовании по стрельбе по движущимся мишеням с использованием систем регистрации движений глаз, что существуют оптимальные стратегии движений глаз во время прицеливания, обучение которым поможет существенно повысить эффективность тренировочного процесса.

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА
ФАКУЛЬТЕТ ПСИХОЛОГИИ

На правах рукописи

Леонов Сергей Владимирович

Технологии виртуальной реальности в психологической подготовке спортсменов

Том 2

5.12.1. Междисциплинарные исследования когнитивных процессов

Диссертация
на соискание учёной степени
доктора психологических наук

Научный консультант: член-корреспондент РАН, доктор психологических наук профессор Зинченко Юрий Петрович

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 3. Виртуальная реальность в спорте..... 4
3.1. Использование виртуальной реальности в подготовке спортсменов..... 4
3.2. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности хоккеистов 24
3.3. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности борцов вольного стиля 48
3.4. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности в биатлоне..... 61
3.5. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности в гандболе 79
Глава 4. Технологии виртуальной реальности в подготовке адаптивных спортсменов 94
4.1. Развитие и специфика адаптивного спорта..... 94
4.2. Специфика и особенности адаптивного биатлона по сравнению с классическим..... 108
4.3. Моделирование навыков стрельбы в адаптивном биатлоне с использованием технологий виртуальной реальности **..... 110**
Глава 5. Психологическая реабилитация когнитивных и моторных функций с применением технологий виртуальной реальности и смежных технологий на участниках боевых действий..... 124
5.1. Технологии эксергеймов и виртуальной реальности для задач реабилитации когнитивных и моторных функций..... 124
5.2. Использование виртуальной среды в реабилитации моторных и когнитивных функций у участников боевых действий 129
5.3. Возможности совмещения виртуальной реальности и стабилографии в реабилитации моторных и когнитивных функций у участников боевых действий..... 132
5.4 Адаптация спортивных виртуальных сред в качестве терапевтических средств для реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий..... 136
Заключение 160
Выводы по работе..... 162
Список литературы..... 167
ПРИЛОЖЕНИЯ..... 214
Приложение 1. Опросник образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов..... 214
Приложение 2. Информация по испытуемым и количеству отбитых/пропущенных шайб в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики уровня мастерства хоккеистов 224
Приложение 3. Информация о времени двигательного отклика на предъявление шайб (RT1), а также время реагирования клюшкой (RT2) в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики уровня мастерства хоккеистов 225

Приложение 4. Средние изменения углов в суставах и положения головы в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики уровня мастерства хоккеистов 227
Приложение 5. Информация о приемах, вариантах ответа, времени остановки видеороликов в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности борцов вольного стиля 229
Приложение 6. Образец опросного блока для выявления особенностей мысленных образов у единоборцев 232
Приложение 7. Описание выборки испытуемых в эксперименте по изучению репрезентативных образов в вольной борьбе 234
Приложение 8. Примерные ответы испытуемых на опросный блок в эксперименте по изучению особенностей мысленных образов у борцов вольного стиля и самбистов 235
Приложение 9. Результаты статистического анализа (критерий U Манна-Уитни) для межгруппового сравнения между группой гандболистов и контрольной группой в эксперименте по апробации технологии VR-гандбол 242
Приложение 10. Информация о состоянии здоровья пациентов, особенностях и сроках ранений в исследовании по адаптации спортивных виртуальных сред в качестве терапевтических средств для реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий 244
Приложение 11. Результаты дисперсионного анализа ANOVA и непараметрического теста Краскела — Уоллиса времени реакции по четырем группам для каждой из трех серий в исследовании по адаптации спортивных виртуальных сред в качестве терапевтических средств для реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий..... 250

Глава 3. Виртуальная реальность в спорте

3.1. Использование виртуальной реальности в подготовке спортсменов

Виртуальная реальность является искусственной средой, имитирующей реальные условия с учётом специально сформулированных требований и в контролируемых (заданных) режимах (Санина, Карауылбаев, 201; Neuman et al., 2018).

Изначально создававшаяся и развивающаяся в русле индустрии развлечений, виртуальная реальность (BP, VR) получила интенсивное развитие в различных направлениях и стала новым инструментом изучения разнообразных предметных областей (Дмитриев, Ахмедзянов, 2001; Кашуба Е.В., Логачев, 2009; Зыков, 2010; Гладкий, 2012; Петров, 2012; Орлова с соавт., 2014; Яшкина с соавт., 2018; Ашкинази с соавт., 2019; Еременко, Синько, Фёдорова, 2019; Шакурова, Мокеева, 2019; Kozachynska, 2012; Hülsmann et al., 2018; Kurtvelieva, 2019; Zhou et al., 2020). Появилось достаточно большое количество исследований, например, в области виртуального туризма и спорта (López-Felip et al., 2018; Ivanov, Golubkov, 2020), изучении потребительского поведения (Hollebee et al., 2020), хирургии (Cocks et al, 2014), архитектуре (Hudec, Rollová, 2016), адаптации людей с ограниченными возможностями (Чуприна, 2016).

С приобретением популярности виртуальная реальность стала доступнее, что привело к возрастанию научных исследований с ее применением и созданию специализированных для спортивной индустрии виртуальных сред (Селищева, 2015; Кручинина, Чертополохов, 2016; Кузнецов, 2016; Hallmann, Giel, 2018; Cao et al., 2019; Ingram et al., 2019; Javaid et al., 2019; Kardong-Edgren et al., 2019; Kittel et al., 2019; Narasimha et al., 2019; Romano et al., 2019; Stewar et al., 2019; Alalwan et al., 2020; Alfadil, 2020; Chang et al., 2020; Chen et al., 2020; Delion et al., 2020; D'Antonio et al., 2020; Eiris et al., 2020; Gabcan et al., 2020; Hollebeek et al., 2020; Hirt et al., 2020; Kiryukhin et

al., 2020; Labovitz et al., 2020; Lamblin et al., 2020; Lee et al., 2020; Mattila et al., 2020; Połap et al., 2020; Radianti et al., 2020; Riemann et al., 2020; Samosorn et al., 2020; Sahin et al., 2020; Thielbar et al., 2020; Urrea et al., 2020; Wang et al., 2020; Ye et al., 2020).

Виртуальная реальность получила широкое развитие в области спорта, поскольку она позволяет создавать искусственную, полностью контролируемую среду, имитирующую реальные условия спортивной деятельности (Комарова, Бороева, Намсараева, 2015; Юдина, Александров, 2016; Егоров, Санин, Чупров, 2018; Александрова, Колониченко, 2019; Воскресенская, Лойко, 2019; Решетников, 2019; Фейткевич, 2019; Ботин, 2020; Borg et al., 2018).

В настоящее время технологии ВР позволяют моделировать широкий спектр спортивных сценариев, которые позволяют тренировать те или иные спортивные навыки. Помимо этого, современные технологии виртуальной реальности позволяют добиться полного погружения, в том числе за счет использования системы захвата движений и обратной связи, например, зрительной и слуховой, и тем самым делая ее более интерактивной и позволяющей корректировать действия атлетов в условиях ВР в режиме реального времени (Тельных, 2019; Vignais et al., 2015; Erickson, 2018; Pagés et al., 2018).

3.1.1. История применения искусственных сред в спортивной подготовке

Попытки создания специально созданных искусственных сред (ИС) для тренировки спортсменов предпринимались еще задолго до широкого использования виртуальной среды в спортивной практике. К примеру, в 1983 году была создана такая искусственная среда, направленная на тренировку академических гребцов и мониторинга их состояния (Dal Monte et al., 1983). В 1998 году создана механическая компьютеризированная система, имитирующая условия парусного спорта (Walls et al., 1998).

Бобслейный тренажер с системой управления движением и онлайн-мониторингом был смоделирован в 2000 году и успешно использовался для совершенствования технико-тактического мастерства бобслеистов высшей категории (Kelly, Hubbard, 2000).

В 2010 году был разработан гребной тренажёр с визуальной, акустической и механической обратной связью и возможностью корректировать технику движений и уровень метаболических процессов (Frisoli et al., 2010).

В 2013 году исследователями была предпринята попытка создания «умного» тренажера с онлайн-обратной компьютерной связью для силовых тренировок.

Представленные выше разработки были направлены на тренировку атлетов и повышение их эффективности за счет использования искусственно созданных сред, имитирующих реальные условия, но при этом контролирующих и детерминирующих тренировочные условия. Также были сделаны попытки отражения в реальном времени информации об успешности выполнения действия атлета, а также о его состоянии. Эффективность тренировок в условиях искусственной среды в дальнейшем подтверждалась результатами реальных спортивных соревнований.

3.1.2. Использование технологий виртуальной реальности в спортивно-игровой индустрии

Поскольку виртуальная реальность изначально создавалась для индустрии развлечений, то представляется важным затронуть и эту область исследований. По мере развития VR рынка стали появляется все более доступные варианты VR технологий и сред. Так, например, в настоящее время шлемы виртуальной реальности доступны все более широкому кругу пользователей, что в свою очередь привело к значительному развития VR в спортивно-игровой индустрии и развитию стал стремительно развиваться рынок так называемых эксергеймов (exergame) (Роженцов В.В., Афоньшин, 2013; Корягина и др., 2015; Корягина и др., 2016; Маричева, Паламар, 2019;

Downs et al., 2011; Song et al., 2014; Soltani et al., 2016; Jang, Park, 2019; Elias et al., 2019; Kim et al., 2019; Keeney et al., 2019; Weech et al., 2020; Dickinson et al., 2020).

Exergame, или активные видеоигры, - это видеоигры, сочетающие игру на игровых консольных приставках и физические движения. Большим преимуществом таких игр является то, что они могут помочь сменить сидячий образ жизни человека на более физически активный (Kim et al., 2014). Кроме того, такие игры позволяют снять многие ограничения, с которыми можно столкнуться в некоторых реальных видах спорта – дорогая стоимость тренировок, травматичность, отсутствие площадок или оборудования (Merians et al., 2002).

Некоторые виртуальные игры создаются на основе упражнений, выполняемых реальными профессиональными тренерами, а некоторые из них даже предполагают онлайн поддержку тренеров (Karkar et al., 2018).

В исследовании Ли (Lee et al., 2018) испытуемые на протяжении четырех недель выполняли упражнения для беговых лыж в условиях виртуальной реальности. Результаты показали, что регулярные спортивные тренировки в ВР среде оказывают положительный эффект не только на спортивную эффективность, но и на здоровье и самочувствие человека.

Виртуальный спорт набирает большую популярность не только в профессиональной среде, но и среди любителей, что обусловливается рядом причин. Одна из этих причин связана с тем, что VR спорт способствует уменьшению стресса и улучшению самочувствия, а также уменьшению повседневной рутины (Pressman et al., 2009). Однако есть и другие причины увеличения популярности виртуального спорта.

Корейскими учеными были изучены особенности удовлетворенности мужчин и женщин от разных видов спорта (реальных и виртуальных) (Bum et al., 2018). Один из интересных выводов работы был связан с выбором виртуального вида спорта у мужчин и женщин. Тогда как в реальной жизни мужчины чаще выбирали «мужские» виды спорта (бейсбол, баскетбол и

футбол), а женщины – «женские» (йога, плавание и пилатес), то в контексте виртуального спорта практически отсутствовали гендерные различия в выборе вида спорта. Мужчины и женщины играли в футбол, баскетбол, гольф и другие виды спорта. Авторы полагают, что в VR спорте отсутствует подчеркивание «физического превосходства», в связи с чем он позволяет пробовать свои силы в совершенно разных видах спорта без привязки к уровню физической подготовленности или половой принадлежности (Bum et al., 2018).

Некоторые виртуальные игры ориентированы на поддержание и улучшение физической формы спортсменов. Для этого в некоторые приложения интегрируются элементы соревнования, что обеспечивают высокую мотивацию, а соответственно и более высокую результативность (Murray et al., 2016).

3.1.3. Виртуальная реальность как новый инструмент в подготовке профессиональных спортсменов

Виртуальная реальность в современном спорте стала чаще использоваться для подготовки и тренировки атлетов (Haake, 2012; Briki et al., 2013; Slobounov et al., 2013; McNeese et al., 2015; Recours, Briki, 2015; Clément-Guillotin et al., 2018; Hadlow et al.,2018; Shi et al., 2018; Wu et al., 2018; Alkahtani et al., 2019; Vogt et al., 2019; Aebersold et al., 2020; Chu et al., 2020; Montalbán et al., 2020).

Виртуальная реальность применительно к спорту может быть определена как использование смоделированной на компьютере спортивной среды, которая нацелена на то, чтобы вызвать чувство присутствия умственно или физически, а также обеспечивает взаимодействие с этой средой. Это определение подчеркивает моделируемую компьютером природу и интерактивность виртуальной среды, которые являются ключевыми элементами более общих определений ВР (Neuman et al., 2018).

В то же время, это определение направлено на применение ВР в спорте с точки зрения пользователя (спортсмена), поскольку, чем реалистичнее

реакции на виртуальные среды, тем больше будет возникать эффект присутствия и ощущение, что события происходят в действительности. С точки зрения эффекта присутствия также важно, чтобы ВР обеспечивала интерактивность, т.е. взаимодействие со средой (ВР или элементы внутри нее могут перемещаться или изменяться в ответ на действия спортсмена), – это в свою очередь также увеличивает эффект присутствия.

В мировой практике использования виртуальных сред для подготовки спортсменов представлено в работах Тегльмана, Пуела и др. (Tegelman et al., 1996; Puel et al., 2012; Fairclough et al., 2020).

Можно выделить несколько основных направлений использования VR технологий в спорте:

- предварительное ознакомление с конкретными местами проведения соревнований, например, стадионами, трассами и др.;

- совершенствование спортивных навыков, включая тактические тренировки;

- процесс реабилитации спортсмена при получении травмы;

- обучение спортивным навыкам и др.

3.1.4. Применение технологий ВР в спорте высших достижений

Использование технологий виртуальной реальности для подготовки спортсменов впервые стало использоваться в США и Европе в начале 1990-х годов (Lee et al., 2004). В это время классическими видами спорта, в которых применялись системы виртуальной реальности, были американский футбол, стрельба из лука, теннис, гольф. Системы виртуальной реальности помогали имитировать тренировочные процессы, а также проводить умственные тренировки, в первую очередь - у элитных атлетов.

Одним из первых направлений использования ВР в спорте было ознакомление атлетов с соревновательной инфраструктурой с помощью виртуальной среды (стадионами, трассами и др.). В Великобритании, к примеру, начали работать в этом направлении еще во время подготовки к

Олимпийским играм в Лондоне в 2012 году (проект VR-Vantage). Основной акцент был уделен на летние виды спорта (парусный спорт, гребной спорт, триатлон), но также есть возможность адаптировать этот проект для зимних видов спорта (бобслей, скелетон, горнолыжный спорт и другие). Основной целью такого подхода является минимизация стресса, связанного с новой обстановкой, средой, инфраструктурой и первичная адаптация спортсмена к соревновательным условиям.

Во время подготовки к Олимпийским играм в Южной Корее в 2018 году американские горнолыжники, к примеру, использовали данный подход для ознакомления с соревновательными трассами. Американская ассоциация лыж и сноуборда, в частности, уже использует данную технологию для реабилитации после получения спортсменами травм. Так, к примеру, американская горнолыжница Лорен Росс (Laurenne Ross) после повреждения мениска и отсутствия возможности проводить реальные тренировки, прошла курс реабилитации с использованием технологий виртуальной реальности, разработанных американской компанией STRIVR, что позволило ей значимо сократить срок реабилитации.

В 2016 году испанскими и британскими учеными было отмечено, что ВР технологии являются эффективными для обучения моторным навыкам даже в таких видах спорта, как настольный теннис. А для футбольной команды «Детройт Пистонс» использование виртуальной реальности помогло почти на треть повысить эффективноть благодаря точечной отработке конкретных навыков, вызывающих наибольшие затруднения. Данная технология успешно зарекомендовала себя в баскетболе. В настоящее время многие команды NBA используют технологии виртуальной реальности, или VR, чтобы помочь лучше тренировать своих спортсменов.

Американская компания EON Sports VR на основе внедрения ВР технологий разработала систему для обучения бейсболу.

Одно из наиболее перспективных направлений использования технологий виртуальной реальности в спорте связано с реабилитацией атлетов

после получения травмы, поскольку ВР позволяет более быстро и безопасно восстанавливать двигательные функции после повреждения. Особенно остро такая проблема стоит в экстремальных видах спорта, в частности, горных лыжах. Кроме того, некоторые авторы полагают, что это может быть обусловлено отвлечением внимания атлета от сознательного контроля над осуществлением движения, что приводит к уменьшению излишнего напряжения и скованности в конечностях (Gokeler et al. 2014; Алексеева, Зиновьев, Зиновьев, 2017; Alashram et al., 2020; Negrillo-Cárdenas et al., 2020).

Внедрение ВР технологий в реабилитационный процесс обеспечивает удобство, комфорт и эффективность реабилитации. Геймификация и внедрение обратной связи (визуальной, слуховой, тактильной), правильный подбор упражнений в соответствии с характером и тяжестью травмы повышают интерес и включенность испытуемых от реабилитационных мероприятий. А это, в свою очередь, приводит к повышению эффективности восстановительных упражнений (Shi et al., 2018).

Виртуальная реальность не сможет полностью заменить реальные физические упражнения, нагрузки и игры, однако, для многих видов спорта внедрение ВР технологий станет эффективным дополнением к классической тренировке и будет способствовать поддержанию формы даже при отсутствии доступа к спортивной инфраструктуре (например, при выездных соревнованиях) или невозможности проводить полноценную тренировку (к примеру, при травматизации).

Вместе с тем, важно отметить, что виртуальные тренировки позволяют тренировать также и ментальную составляющую спортивных навыков, к примеру – тренировать внимание к определенным деталям, выбор правильного реагирования на ситуацию, скорость реакции, переключение внимания с задачи на задачу, привыкание к определенной среде/условиям/трассе и др.).

Использование виртуальной реальности также открывает новые перспективы и горизонты в спортивной психологии (Бубеев и др., 2010;

Иванова и др., 2011; Иванова и др., 2012; Грушко, Леонов, 2013; Белоусов и др., 2018; Каренко с соавт., 2019; Корчемная, 2019; Buchman et al., 2019; Crofton et al., 2019; Çakiroğlu et al., 2019; Smith, Burd, 2019; Ammann et al., 2020; Dietrichkeit et al., 2020; Fernández-Sotos et al., 2020; Höller et al., 2020; Schneider et al., 2020; Zinchenko et al., 2020). Важной составляющей подготовки спортсмена является работа с его эмоциональной сферой – оценка и коррекция. Неудачи, промахи, плохие результаты выступлений могут негативно отразиться на эмоциональной сфере атлета, что может повлиять на его уровень мотивации, настрой, чувство компетенции, а соответственно и на уровень производительности. Можно привести пример использования ВР технологий для психотерапевтических целей в аналогичных ситуациях. К примеру, спортсмену могут демонстрироваться его же собственные действия, но немного «улучшенные». Такая дезинформация может привести к созданию у спортсменов ложноположительных воспоминаний о собственных физических успехах и способствовать профилактике, лечению тревожности или травмы после неудачного выступления на соревнованиях (Cuperus et al., 2016).

В настоящее время широкое развитие получает такая сфера использования виртуальной реальности, как Virtual Reality Spectatorship, которая позволяет наблюдать за матчами со зрительских позиций (Daehwan et al. 2019). Такой подход внедрения ВР технологий позволяет благодаря интерактивности и эффекту присутствия усилить впечатления и удовольствие от просмотра матча или игры.

3.1.5. Использование виртуальных соперников в спортивной практике

В последние годы значительное развитие также получило направление, связанное с компьютерным графическим моделированием, которое активно используется, к примеру, для изучения антиципации (Shei et al., 2018; Schupak et al., 2018; Sherman et al., 2002; Ruffaldi et al., 2012; Bideau et al., 2004; Vignais et al., 2009; Kulpa et al., 2013). Такие приложения основаны, как правило, на

записи реальных спортсменов, с последующим преобразованием, или анимацией, виртуальных персонажей - аватаров. Такие аватары могут выступать в качестве партнеров или соперников (Kang et al., 2006; Vasalou et al., 2008; Cui et al., 2009; Lim et al., 2010; Dunn et al., 2012; Principe et al., 2013; Dolgov et al., 2014; Leménager et al., 2014; William et al., 2014; Ratan et al., 2015; Agopyan et al., 2016; Kim et al., 2016; Li et al., 2016; Apperley et al., 2017; Spinelli et al., 2018; Agopyan et al., 2019; Meerhoff et al., 2019; Wu et al., 2019). Изначально такой подход базировался на метода покадрового моделирования движения атлета (Lee et al., 2004). В настоящее время используется более удобный подход, основанный на записи и анализе траектории движения специальных датчиков, зафиксированных на теле спортсмена во время выполнения движения. На основе такой записи, называемой захват движений, или motion capture, становится возможным смоделировать движения виртуального аватара.

В ряде исследований показано, что использование таких виртуальных аватаров представляет собой адекватный инструмент исследования особенностей спортивной деятельности, особенно в тех видах спорта, где предполагается взаимодействие с другими участниками или противниками. Принципиально важное значение в таком подходе связано с реалистичностью и проработанностью самой виртуальной среды, то есть с качеством графического дизайна аватара (Walls et al., 1998). В исследовании Бидо показано (Bideau et al., 2004), что вратари в гандболе воспринимают такого виртуального игрока как настоящего спортсмена. В исследовании Слатер (Slater et al., 2009) показано преимущество использования виртуальной реальности по сравнению с двухмерным предъявлением стимулов. Автор показал, что спортсмены-каратисты гораздо быстрее реагировали на трехмерного виртуального противника по сравнению с двухмерной его видео-презентацией. При этом спортсмены отмечали, что чувствовали себя более комфортно в виртуальной трехмерной среде благодаря предоставленной информации о глубине пространства.

Немецкими учеными был создан виртуальный аватар для тренировки и обучения приемам каратэ кумитэ (Zhang, 2018). Такой аватар в режиме реального времени может взаимодействовать со спортсменом, подходить к нему, выполнять атакующие действия в соответствии с поведением человека. Этот аватар был апробирован на профессиональных каратистах, которые в свою очередь отметили, что он воспринимался как реальный соперник. При разработке данного аватара - KaraKtera - авторы ориентировались на основные правила, а также на анализ боевых ситуаций в каратэ кумитэ (Zhang, 2018). Оценка скорости реакции KaraKtera показала значение около 180 мс в виртуальной среде, а на основе проекций около 90 мс, если используется Oculus Rift. Первое соответствует среднему времени реакции человека, а второе находится в диапазоне времени реакции высококвалифицированных спортсменов. Таким образом, использование такого аватара является весьма экологичным инструментом исследования.

Важно отметить, что социального взаимодействие в виртуальной среде значительно повышает эффект присутствия, или иммерсивность, а соответственно может отражаться и на эффективности выполняемых в виртуальной среде упражнений. Некоторые авторы, например, Нюнс с коллегами (Nunes et al. 2014) отмечают, что такое социальное взаимодействие внутри виртуальной реальности также положительно влияет и на мотивацию спортсменов, а соответственно и на их эффективность. В исследовании авторов показано, что участники предпочитали бегать в присутствии виртуальных людей, чем бегать в одиночку. В исследовании Ирвина (Irwin et al., 2012) показано возрастание мотивации во время виртуальной езды на велосипеде, когда она происходит не в одиночку, а в присутствии других виртуальных соперников. То есть, соревнуясь с аватарами спортсмены показывали более высокие результаты езды. Аналогичное исследование было проведено Андерсон-Ханлей с коллегами (Anderson-Hanley et al. 2011) на выборке пожилых людей, которые также показали значимо более высокие

результаты при соревновании с виртуальными аватарами по сравнению с одиночной ездой.

Несмотря на набирающую популярность виртуальную реальность, некоторыми исследователями отмечается, что интерактивность между спортсменом и виртуальным персонажем остается недостаточно изучена (Pressman et al. 2009). Таким образом, создание виртуальных аватаров, адаптированных под спортивные условия в целях обеспечения тренировочного процесса, является значимой перспективой для развития в данном направлении.

В некоторых работах изучаются особенности использования самой ВР технологии и сравниваются результаты, полученные без ее использования (Annesi et al., 1997; Plante et al., 2003; Legrand et al., 2011; Mestre et al., 2011), эффекты погружения в виртуальную среду (Ijsselsteijn et al., 2004; Vogt et al., 2015) и различия между управляемыми компьютером и реальными виртуальными конкурентами (Snyder et al., 2012).

На основе представленного выше анализа мы можем констатировать, что использование технологий виртуальной реальности в спорте обладает целым рядом преимуществ, снимая, в том числе ограничения, накладываемые спецификой определенных видов спорта. В частности, одним из таких преимуществ является значительное снижение травматизации атлета при обучении выполнению сложных элементов. На первом этапе освоения такого сложного навыка атлет может освоить его в виртуальной реального, после чего - перенести его в реальные условия.

Еще одним значительным преимуществом является тот факт, что виртуальная среда позволяет моделировать широкий спектр внешних условий, к примеру, задавать разную сложность выполнения навыка, уровень профессионализма соперника, моделировать разные погодные условия. Виртуальная реальность также снимает ограничения, связанные с труднодоступностью и дороговизной некоторых видов спорта (к примеру, гольфа, бейсбола, горных лыж и др.). С точки зрения научных исследований,

ВР позволяет стандартизовать экспериментальные условия, а также контролировать и управлять ими. С точки зрения спортивной подготовки имеет важное значение разработка и использование виртуальных персонажей – аватаров, которые зарекомендовали себя как экологичных инструмент, направленный на повышение мотивации спортсменов, а также на достижение более высоких результатов. Кроме того, исследователями в данной области подтверждается, что создание таких аватаров, адаптированных под спортивные условия, является значимой перспективой для развития в области спорта, в том числе спорта высших достижений.

3.1.6. Преимущества и недостатки технологий виртуальной реальности в спорте

Для создания виртуальной среды, которая была бы эффективной для подготовки атлетов, необходимо соблюдать перечень определенных требований (Miyata et al., 2010; Piccione et al., 2019; Guna et al., 2019; Uhm et al., 2019; Lee, Kang, 2020; Ozkul et al., 2020).

Одним из основных требований ВР среды является ее реалистичность, или иммерсивность, для создания которой следует соблюдать следующие рекомендации:

• Оборудование должно обеспечивать реалистичный рендеринг (визуализацию изображения), что достигается как за счет реалистичности и детализации изображений, так и за счет минимизации временных задержек между движениями человека и изменениями изображения.

• Необходимо уменьшать явление векции (тошноту и головокружение при просмотре стереоизображения).

• Содержание и отображение виртуальной среды должно воспроизводить реальные спортивные условия, в которых виртуальные стимулы и ответные реакции испытуемого соответствуют таковым в реальной спортивной деятельности.

• Для повышения реалистичности виртуальных сред необходимо добавлять обратную связь в виде визуальных, тактильных и акустических, и, если возможно, обонятельных сигналов.

Технология моделирования человека, как правило, основана на использовании физических и физиологических характеристик человеческого тела (форма, структура, спортивные возможности и др.).

Схема сбора данных основана на использовании системы оптического трекинга, осуществляющей точную запись реальных движений человека в трехмерном пространстве на основе информации от специальных датчиков. С учетом этой информации может быть сгенерировано не только виртуальное движение, но и целый комплекс сложных движений. Трекинг двигательной активности человека может быть использован для обучения и правильного формирования новых двигательных навыков за счет предоставления испытуемому обратной связи об успешности выполняемых им действий и коррекции моторных ошибок в режиме реального времени (Hülsmann et al., 2018).

Дизайн сцены обеспечивается за счет создания графической анимации с высокой точностью определенных сред благодаря применению специальных программ, к примеру, CAD или 3DS MAX.

Технология системного взаимодействия обеспечивает интерактивность виртуальной среды за счет синхронизации пользователей в моделируемой среде. Этого можно добиться, в том числе, за счет использования специфического оборудования. Для футбола это легкая одежда и специальные перчатки, для хоккея – клюшка, коньки, перчатки.

Д. Ньюман с коллегами (Neuman et al., 2018) выделяют четыре основных компонента спортивной виртуальной среды: атлет, VR среда, реальная среда и спортивное задание/движение. VR среда является принципиально важным и уникальным элементом спортивной виртуальной реальности. Особенности внешней реальной среды также могут оказывать влияние на процесс ВР тренировки – изменение температуры окружающей среды, время суток и др.

Спортивное задание также может варьировать и зависеть от целей и задач. Характеристики атлета связаны с уровнем мастерства и квалификацией в данном виде спорта. Виртуальная среда должна обеспечивать взаимодействие всех приведенных элементов. Д.Ньюман также отмечает, что некоторые результаты освоения спортивных навыков могут иметь краткосрочный эффект, другие, наоборот – быть долгосрочными (Neuman et al., 2018).

В статье Я. Янга (Yang, 2018) представлен анализ ключевых технологий, необходимых для создания виртуальной среды, в том числе используемой для моделирования физических навыков. Автор полагает, что создание адекватной и реалистичной виртуальной среды, применяемой для моделирования физических навыков, должна включать взаимодействие технологии моделирования человека, технологии сбора данных, технологии проектирования сцены и технологии взаимодействия системы. Кроме того, она должна включать пять взаимодействующих модулей: тестирование, включение обратной связи, точная запись движений с помощью специальных сенсоров, наличие контроллера и 3D модель. За счет правильной работы и взаимодействия этих модулей можно добиться оптимальной виртуальной среды. Виртуальная реальность имеет три характеристики, а именно: погружение, интерактивность и восприятие среды.

В контексте использования виртуальной реальности в спорте Я. Янг говорит о значительных преимуществах данного метода, что обусловливается снижением риска получения травмы, к примеру, при начальной отработке сложных элементов в некоторых видах спорта. Атлеты могут отработать движение сначала в виртуальной среде, а уже после этого – в реальных условиях. Также использование виртуальной реальности позволяет на начальном этапе освоения нового навыка выявить грубые ошибки и в последующем их минимизировать за счет постоянного контроля и отслеживания.

Помимо этого, за счет постоянного трекинга положения субъекта изображение подстраивается под него, вследствие чего увеличивается чувство

присутствия (Величковский, 2014; Величковский, 2015; Величковский и др., 2016; Velichkovsky et al., 2017). Стереоскопичность изображения внутри виртуальной реальности обеспечивает дополнительную информацию о глубине в виртуальной среде (Vignais et al., 2015). Также в ВР есть у субъекта есть возможность к взаимодействию с объектами ВР.

Технология ВР отличается высокой степенью экологической валидности (Зинченко и др., 2010; Леонов, Поликанова и др., 2020; Черданцева и др., 2022; Menshikova et al., 2014; Faure et al., 2019; Lakicevic et al., 2024), позволяет контролировать внимание испытуемого (Wilson, Soranzo, 2015), позволяет задавать различные параметры стимулов, в том числе, создавать полимодальную стимуляцию (Зинченко и др., 2010), моделировать уникальные экспериментальные условия. Кроме того, испытуемый может получать обратную связь в режиме реального времени. Помимо этого, ВР позволяет отрабатывать движения без рисков для здоровья спортсмена, поскольку снижается риск получения травмы. ВР помогает также тренировать когнитивные функции спортсмена, необходимые для достижения высоких результатов (например, распределение внимания, долговременная память и др.). Кроме того, ВР позволяет спортсмену тренироваться в условиях, опережающих его возможности в реальной среде. Для усвоения и закрепления навыков крайне важно, чтобы в условиях ВР спортсмен выполнял те же действия, что от него будут ожидать в реальности. Тренируемые навыки необходимо отрабатывать при различных условиях, иначе спортсмен сможет в реальной среде лишь при определенных условиях показывать требуемый результат (Farley et al. 2020). Спортсмен должен получать адекватную своевременную обратную связь, которая в свою очередь способствует улучшению выполнения когнитивных, перцептивных и моторных задач (Farley et al. 2020).

В ВР экспериментатор может полностью моделировать необходимую ситуацию для тренировочного процесса, так можно манипулировать погодой в виртуальной среде (тем самым добиваясь психологической устойчивости

спортсмена к любым климатическим обстоятельствам), задавать необходимые игровые ощущения (например, скорость мяча, угол подачи мяча, силу, гравитацию и т.д.), ставить спортсмена перед любым другим игроком (это может быть любимый спортсмен или наоборот оппонент спортсмена) (Song et. al. 2012). Это позволяет отрабатывать широкий диапазон ситуаций, связанных как с внешними условиями, так и с уровнем мастерства соперника. Кроме того, моделируемая среда позволяет эффективнее отслеживать прогресс спортсмена, является качественным диагностическим инструментом. Еще одним преимуществом ВР исследований в спорте является возможность одновременной записи различных физиологических показателей, например, ЭКГ, ЭЭГ и др. (Гаврилов и др., 2019; Miles et al., 2012; Dharmawansa et al., 2013; Cuperus et al., 2016; Armougum et al., 2019; Tomlinson et al., 2019; Topu et al., 2019; Yang et al., 2019; Zappa et al., 2019; Helm et al., 2020; Lee, 2020; Chasson et al., 2020).

Таким образом, использование ВР технологий в спорте предоставляет широкие возможности для тренировочного процесса благодаря моделированию большого количества параметров и условий, а также контролируя успешность спортивных действий атлета в реальном времени и при необходимости корректируя их.

Тем не менее следует отметить и некоторые ограничения использования ВР в спорте. Существует 3 класса проблем:

1. проблемы, связанные с оборудованием;
2. проблемы, возникающие при использовании технологий виртуальной реальности;
3. проблема оценки переноса навыков.

Проблемы, связанные с оборудованием:

- Высокая стоимость оборудования.
- Необходимость привлечения большого количества специалистов и технологий для создания виртуальных сред: дизайн виртуальных сред, создание и анимация виртуальных персонажа, захват движений субъекта и др.

• Возможная задержка изображения при движении субъекта в виртуальном пространстве.

• Реалистичность искусственно созданного окружения и персонажей может быть низкой.

• Необходимость ношения дополнительных аксессуаров. Их вес и ограниченность угла зрения (шлем) могут влиять на чувство присутствия.

• Нехватка физической обратной связи.

• Возможные проблемы при высокой скорости движений (реакций) субъекта, могут возникать различные артефакты

В зависимости от применяемой технологии (CAVE, HMD, Powerwall и т.д.) проблемы, связанные с оборудованием, могут носить разный характер.

Во многих приложениях, не относящихся к спорту, виртуальная среда отображается с использованием компьютерной автоматической виртуальной среды (computer automatic virtual environment, CAVE) или дисплея, устанавливаемого на голове (head-mounted display, HMD). CAVE состоит из большого куба, состоящего из экранов дисплея, в которые пользователь физически входит, чтобы оказаться в окружении виртуальной среды. HMD — это носимое устройство, которое закрывает глаза и таким образом устраняет видимость внешнего мира. Он имеет один или несколько маленьких экранов, на которых виртуальный мир просматривается в стереозрении с широким полем зрения. HMD в сочетании с отслеживанием головы позволяет пользователю просматривать области виртуальной среды, находящиеся вне непосредственного поля зрения, поворачивая голову. Будучи меньшей, более портативной и более доступной системой, HMD более популярен, чем CAVE, хотя обе системы могут рассматриваться как имеющие одни и те же ключевые характеристики иммерсивной системы. Однако потенциальные приложения для использования систем CAVE и HMD могут быть ограничены для некоторых видов спорта.

HMD может быть непрактичным и даже потенциально опасным для некоторых видов спорта. К примеру, бег на беговой дорожке с использованием

HMD может быть опасным, поскольку видение движущейся беговой дорожки удалено. Движения головы и потоотделение спортсмена также могут сделать HMD неудобным для ношения. В аналогичных случаях наиболее распространенным подходом является двумерное изображение виртуальной среды с использованием экрана компьютера или проектора. Экран компьютера или проектор обладают преимуществами простоты использования и практичности в спорте, но могут вызывать меньший эффект присутствия, чем система HMD или CAVE.

В настоящее время набирает популярность тенденция использовать компьютерное моделирование в качестве инструмента для анализа и понимания двигательного поведения в спорте. Иммерсивное использование 3D-контента позволяет увеличить эффект присутствия, а соответственно позволяет спортсмену реагировать на среду приближенно к реальным условиям по сравнению с обычным 2D изображением. Кроме того, виртуальная среда позволяет стандартизировать экспериментальные условия и управлять средовыми условиями.

Можно выделить следующие сложности, возникающие при использовании технологий виртуальной реальности (Зинченко и др., 2010):

- Проблема разработки нового понятийного аппарата (термины «виртуальные миры» и «виртуальное сознание» уже используются в психологии в другом контексте).
- Проблема классификации форм (способов) погружения субъекта (спортсмена) в виртуальный мир. Возможны три формы погружения: (1) прямое, (2) опосредованное и (3) зеркальное отражение, когда субъект, соответственно, воспринимает его как часть виртуального мира, видит его или часть своего тела в виртуальном мир или чувствует виртуальный мир и его/ ее как в зеркале (В.Б. Дорохов, 2006,; цит. по: Зинченко Ю.П. с соавт., 2010).
- Проблема реалистичности разрабатываемой виртуальной среды и представления объектов в ней – как определить минимальный и достаточный

набор признаков для опознания объекта в VR среде и «принятия» его в качестве реального (Reddy et al., 1997 цит. по: Зинченко Ю. П. с соавт., 2010).

- Проблема разработки технологий психофизических измерений «виртуальных признаков» с целью организации целенаправленного воздействия на субъекта ВР среды и объективной оценки степени такого воздействия (Михан et al., 2002).

Кроме того, некоторые авторы отмечают, что применение технологий виртуальной реальности для тренировки спортсменов возможно не во всех видах спорта (например, в плавании или в тренировке высокоточных движений) (Michalski et al., 2019).

Существует ряд исследований, которые демонстрируют несостоятельность использования технологий виртуальной реальности как метода формирования профессиональных навыков. В данных исследованиях отмечается, что виртуальная реальность не всегда способствует переносу тренируемого навыка в реальность (Todorov et al., 1997; Düking et al, 2018). Помимо этого, виртуальная среда не всегда есть возможность добиться эффекта полного присутствия (Vignais et.al. 2015), например, в ВР среде невозможна тренировка навыков, связанных с контактом с другими спортсменами (Le Noury et.al, 2022).

Можно выделить несколько критериев достоверности информации о переносе навыка: 1) «Real-world assessment» (оценка успешности выполнения того или иного действия до и после эксперимента), 2) «Control group» (наличие контрольной группы испытуемых), 3) «Random allocation of participants» (случайный порядок групп), 4) «Blinding of assessor» (эксперт не знает, к какой группе принадлежит оцениваемый испытуемый), 5) «Comprehensive assessment (additional)» (дополнительная оценка параметров успешности спортсмена в условиях реальной спортивной деятельности) (Michalski et al., 2019).

Петри указывает на несоответствие большинства экспериментов процедурным требованиям (отсутствие рандомизации групп) и недостаток

доказательств о переносе навыков после тренировки в виртуальной реальности (Petri et al. 2018). Шеи отмечает, что некоторые навыки, сформированные в ходе ВР тренировок, могут приводить к физическим травмам в реальности (в реальной спортивной деятельности) (Shei et al., 2018).

3.2. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности хоккеистов

3.2.1. Ключевые аспекты подготовки хоккеистов

В хоккее принципиально значимыми являются как техническая составляющая, так и когнитивные способности атлета (Бугрий и др., 2022).

Техника хоккея – это совокупность способов выполнения специальных приемов, необходимых для ведения игры (Мельников, 2013). Для достижения высоких результатов хоккеист должен в совершенстве владеть всем многообразием технических приемов. Это, в свою очередь, накладывает высокие требования к физическим возможностям и ресурсам организма.

Принципально важное значение в спортивной деятельности хоккеистов имеют также и когнитивные ресурсы. Это связано с постоянным контролем и удержанием внимания на целом комплексе динамических параметров – перемещением шайбы, положением игроков, стратегией игры, счетом игры, предвидением действий как членов по команде, так и соперников. Хоккей и подобные виды спорта отличаются крайне высокой степенью неопределенности, большим количеством сложных комбинаторных ситуаций. Принятие решений происходит крайне быстро и в условиях жесткого дефицита времени (Бугрий и др., 2022; Леонов и др., 2022; Поликанова и др., 2022; Polikanova, Yakushina, 2022; Polikanova, Sabaev et al., 2024).

Таким образом, для того, чтобы хоккеист смог сконцентрировать внимание на тактической составляющей игры, он должен автоматизировать техническую составляющую. Поэтому, начинающих спортсменов прежде

всего необходимо научить хорошо стоять и кататься на коньках, а только затем учить играть в хоккей (Мельников, 2013).

Стойка, или посадка, является основополагающей позой хоккеиста, необходимой ему как для отработки различных навыков и движений, так и во время игры (Букатин, Перегудов, 1985). Во время игры правильная стойка хоккеиста обеспечивает ему устойчивое положение на льду, а также создает оптимальные условия для максимального отталкивания, скольжения, смены движения и ритма бега, а также для работы рук. Кроме того, правильная посадка обеспечивает хоккеисту хороший обзор поля.

Основные характеристики посадки хоккеиста: живот втянут, голова поднята, туловище наклонено вперед, ноги согнуты под углом 100–120 градусов, голеностопные и тазобедренные суставы под углом 70 градусов и располагаются примерно на ширине плеч. Плечи немного выдвинуты вперед и опережают проекцию колен. Проекция колен опережает проекцию стопы. Руки хоккеиста согнуты в локтевых суставах (Букатин, Перегудов, 1985).

Сохранение стойки, или так называемого постурального баланса, является сложным процессом, включающим в себя интегрированную совокупность биомеханических, нейрофизиологических и нейропсихических явлений, которые влияют друг на друга и взаимно компенсируются в каждый момент времени (Грибанов, Шерстенникова, 2013).

В математической модели, предназначенной для исследования механизмов регуляции позы (Терехов, Левик, 2007), выделяют две составляющие: биомеханическую модель тела человека и модель управления, отражающую, собственно, механизмы регуляции позы, – причем последняя во многом зависит от первой.

Обычно при анализе положения тела анализируются углы, хотя рассмотрение изменения угла, как самостоятельного параметра стойки, не менее информативно. В хоккейной стойке основной характеристикой является взаиморасположения голеней, бедер, тела человека. Оценивая взаиморасположение данных сегментов можно наблюдать динамику стойки у

игрока в процессе выполнения произвольного задания, например, при реагировании на летящие в его направлении шайбы.

Для анализа динамики стойки во время выполнения различных заданий одной из эффективных стратегий представляется использование методов отслеживания движений тела, в частности использование оптических систем видеоанализа.

Чтобы восстановить положение тела в пространстве по данным видеоанализа, или данным другой системы отслеживания движений, необходимо знать, как минимум положение двух точек на каждом из отслеживаемых сегментов тела. Современные системы позволяют регистрировать не только положение отслеживаемых маркеров, но и их ориентацию, например, системы DTrack2 и SteamVR Tracking 2.0. Изменение ориентации маркера, закрепленного на сегменте тела совпадает с изменением ориентации и этого сегмента.

Таким образом, помимо фиксации значений углов в суставах, для анализа стойки человека можно использовать данные об ориентации маркеров, используя при этом меньший набор маркеров. Для восстановления углов в таком случае может использоваться калибровочное положение, которое позволит связать начальные значения направляющих векторов отслеживаемых тел с сегментами. Предлагаемый подход не противоречит дополнительному использованию калибровочной позы, но наличие точно определенных значений углов между сегментами тела, т.е. углов в суставах, не является базовой информацией необходимой для анализа.

Для анализа динамики стойки хоккеиста предлагается использовать следующие маркерные показатели: изменения углов в коленных и тазобедренных суставах. Изменения угла в голеностопном суставе, зафиксированным ботинком, претерпевают незначительные изменения вне зависимости от изменения стойки, в связи с чем они были исключены из рассмотрения.

Анализ дополнительных величин, таких как расстояние между маркерами на бедрах и высота головы над полом позволяют отслеживать наиболее распространенные ошибки, совершаемые начинающими хоккеистами, в том числе:

- сведение коленей;
- распрямление ног;
- смещение центра масс вперед.

Развитие и совершенствование как технической, так и когнитивной составляющей осуществляется во время полноценного тренировочного процесса. Вместе с тем, технологии виртуальной реальности позволяют тренировать данные способности в условиях отсутствия полноценной тренировки или доступа ко льду.

Таким образом, применение виртуальной реальности в тренировочном процессе в хоккее обладает высокой практической значимостью, позволяя оттачивать и совершенствовать мастерство даже в условиях отсутствия полноценных тренировок или невозможности посещения тренировок на льду.

Основной ***целью*** исследования была разработка технологии с использованием виртуальной реальности, направленной на тренировку и диагностику уровня мастерства хоккеиста по комплексу параметров. В дальнейшем разработанная технология позволит не только проводить диагностику уровня мастерства хоккеистов, но также и совершенствовать навыки за счет тренировки скорости реагирования, поскольку ВР среда позволяет устанавливать любой уровень сложности (дальность полета шайбы и ее скорость), а также за счет контроля двигательной составляющей, включая контроль основной стойки хоккеиста.

Разработанная нами технология отличается рядом преимуществ, включая параллельную регистрацию кинематических и моторных реакций, а также возможность записи окулографических и ряда других физиологических параметров (сердечный ритм, ЭЭГ).

Данная технология перспективна в хоккее, поскольку позволяет проводить диагностику и тренировку в отсутствии доступа ко льду, а также задавая любой уровень сложности.

3.2.2. Исследование постуральных характеристик хоккеистов

На первом этапе реализации исследования была разработана виртуальная среда, адаптированная для систем виртуальной реальности экранного типа CAVE-system (Cave active virtual environment) (Visbox: Products), а также для носимой системы виртуальной реальности HTC Vive Pro Eye (HTC Vive : Official Website).

Основной целью этого этапа была запись статичных характреистик (поза тела) у хоккеистов и новичков, а также сравнение двух систем DTrack2 и SteamVR Tracking 2.0 по качеству записи.

На этом этапе исследования с использованием систем позиционного отслеживания движений DTrack2 и SteamVR Tracking 2.0 нами было проведено пилотное исследование статических характеристик стойки у хоккеистов по сравнению с новичками. В исследовании приняли участие 10 испытуемых – 4 профессиональных хоккеиста и 6 новичков. Задача испытуемых заключалась в принятии основной стойки хоккеиста и нахождение в ней в течении 5 минут (Рис. 3.1) (Polikanova et. al., 2020). В целях обеспечения экологической валидности исследования все испытуемые надевали защитное снаряжение (коленные щитки, шлем, перчатки), а также коньки и брали в руку клюшку. В качестве напольного покрытия использовался специальный искусственный лед из пластика. Отслеживаемые трекеры были закреплены на хоккейной форме: щитках на голень, на бедре, груди, коньках, перчатках и клюшке (Рис. 3.1). Для анализа были выбраны изменения углов в коленных и тазобедренных суставах. В силу большой жесткости конька исследования изменения угла в голеностопном суставе оказывается не информативным.



Рисунок 3.1 – Использование системы DTrack2 (слева) и SteamVR Tracking 2.0 (справа)

По результатам анализа данных позиционного отслеживания с систем DTrack2 и SteamVR Tracking 2.0 было показано, что профессиональные хоккеисты при сохранении стойки характеризуются большей амплитудой колебаний, чем новички, которые не имели опыта игры в хоккей. Опытные хоккеисты имели характерные изменения углов в суставах: 1° - 3°. Новички же характеризовались колебаниями, амплитудой, не превосходящей 1° (таблица 3.1). Это может быть обусловлено отсутствием автоматизации навыка сохранения основной стойки, что требует участия более сложных механизмов, в том числе более активное включение регуляторных систем организма, что в итоге проявляется в меньшей амплитуде колебаний (Polikanova et. al., 2020).

Также анализ движений с использованием системы DTrack2 и системы SteamVR Tracking 2.0 показали идентичные результаты, что расширяет возможности использования системы SteamVR Tracking 2.0. Дальнейший этап исследования проводился с использованием системы SteamVR Tracking 2.0.

Таблица 3.1 – Среднеквадратичная характеристика изменений углов в суставах (в градусах)

	СУСТАВ, градусы			
Испытуемые	бедро правое	бедро левое	колено правое	колено левое
Хоккеисты	2,4	2,3	1,5	1
Новички	0,7	0,7	0,4	0,3

3.2.3. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики уровня мастерства хоккеистов

На втором этапе исследование проводилось с использованием системы SteamVR Tracking 2.0. Разработанная ранее имитационная виртуальная среда, моделирующая хоккейную площадку, была дополнена возможностью предъявлять шайбы разного уровня сложности. Сложность определялась расстоянием до шайбы, ее скоростью, а также количеством предъявляемых шайб. В задачи испытуемого входило отражение всех предъявляемых шайб. Примерный виртуальный контент представлен на Рис. 3.2.

VR сцена была создана с применением графического ПО Unity3d (Unity). В состав виртуальной сцены были включены следующие элементы: (1) модель хоккейной площадки; (2) модели клюшки и шайбы; (3) параметры: температура льда, материалы шайбы и коньков загружаются в физическую модель для моделирования движения шайбы.



Рисунок 3.2 – Пример виртуального контента

Виртуальная среда разрабатывалась с учетом экспертной оценки профессиональных хоккейных игроков и тренеров. Данная оценка проводилась по ряду параметров, включая реалистичность среды, оценку скоростных характеристик шайбы, уровень сложности задач. В частности, совместно с экспертами было принято решение о подсвечивании сектора поля (правого, центрального, левого), из которого будет предъявляться шайба, поскольку в отсутствие игроков на поле хоккеисту крайне сложно ориентироваться (в реальных игровых ситуациях не бывает полностью пустого поля) (Рис. 3.3). Угол обзора шлема ограничен 110°. Эта область была поделена соответственно на 3 зоны, условно[1] соотносимые с зонами поля зрения человека: (1) зона четкого бинокулярного зрения (40°) и (2) правая и (3) левая зоны периферического бинокулярного зрения (по 35°).

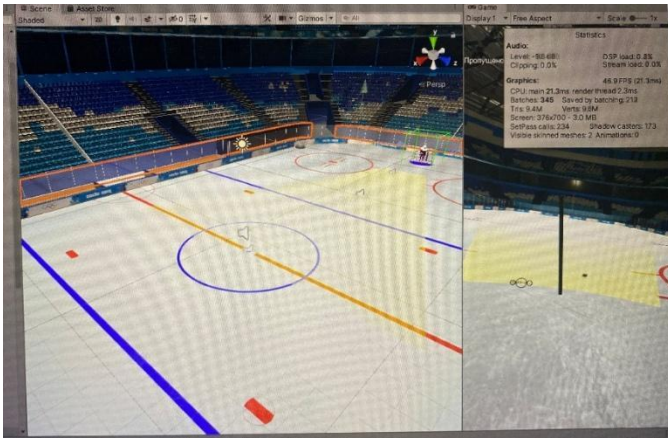


Рисунок 3.3 – Пример подсветки сектора поля (слева – общий вид, справа – вид перед испытуемым)

Виртуальная среда отображает окружение с позиции хоккеиста, находящегося на линии ворот. Испытуемый от первого лица видит тело своего виртуального аватара, держа в руках клюшку (клюшка в виртуальной среде совпадает с клюшкой в реальности). Экипировка хоккеиста соответствует полевому игроку, поскольку основная цель исследования направлена на

[1] Условно, потому что в реальности эти зоны геометрически приблизительно представляют собой конусы, а здесь - призмы.

тренировку и совершенствование мастерства именно полевых хоккеистов. Кроме того, экипировка вратарей, а также их двигательные паттерны и тактика игры значительно отличаются от полевых игроков. Других игроков на площадке нет. В случайном порядке предъявляются шайбы, которые нужно отбить. Задача игрока – отбить все шайбы, летящие в его сторону. При предъявлении шайб варьируются расстояние до игрока, направление и скорость полета, каждый вылет шайбы сопровождается характерным звуком – щелчком. Непосредственно перед предъявлением шайбы подсвечивался желтым цветом сектор поля, откуда предъявляется шайба. Игроку необходимо отбить шайбу только клюшкой. Шайбы, отбитые другим способом, не засчитываются.

Шайбы предъявляются в случайном порядке с разной скоростью (5 скоростей – 60, 80, 100, 130, 170 км/ч), с разного расстояния (18, 12 и 6 метров) и разной локализации (право/лево/центр). Кроме того, предусматривается два варианта высоты предъявления шайб – на уровне льда, а также на высоте около 50 см над его уровнем.

Средняя скорость полета шайбы в профессиональном хоккее – 110-120 км/ч (Pearsall, 1999; Wu et. al., 2003), максимальная – 170-190 км/ч (Cross, Lindsey, 2018).

Расстояния от шайбы до игрока – 18, 12 и 6 метров, что обусловлено расстоянием от ворот до ближней синей линии – около 17-18 метров, ближняя зона вброса – около 6 метров, основная игра в средней зоне – условно 12 метров.

Имитация бросков шайб включает несколько блоков сложности: от самого простого к самому сложному, когда предъявляется 2 шайбы с минимальной задержкой:

1 блок – самый простой блок с низкими скоростями шайбы (60-80 км/ч) и дальними расстояниями до шайбы (18 метров), отбить могут даже новички, не играющие в хоккей;

2 блок - более сложный режим, скорости выше (60-80 км/ч, а также 100 км/ч), добавляются средние расстояния до шайб (12 и 18 метров). Ориентирован на средний уровень мастерства;

3 блок – сложный режим с высокими скоростями (до 170 км/ч) и всеми расстояниями, включая близкие (6, 12, 18 метров);

4 блок – максимально сложный режим – предъявление шайб сериями по две (последовательное с промежутком около 1 сек);

Быстрота реакции на движущийся объект при внезапном его появлении занимает от 0,25 до 1 сек. Таким образом, нами был выбран диапазон значений длительности полета шайбы, которые «вписываются» в границы значений времени двигательной реакции на объект. Данный диапазон был разделен на три равных промежутка, в соответствии с чем были определены уровни сложности проб, соответствующие блокам 1-3: от 0, 792 сек до 1,08 сек – «простые» пробы; от 0,504 сек до 0, 792 сек – пробы средней степени сложности; от 0,216 сек до 0,504 сек – «сложные» пробы. Блок 4 включал шайбы всех уровней сложности (Рис. 3.4).

	МЕТРЫ	СКОРОСТЬ ШАЙБЫ, км/ч (м/сек)				
Расстояние до шайбы, м		60 (16,67)	80 (22,22)	100 (27,78)	130 (36,11)	170 (47,22)
	18	1,08	0,81	0,65	0,50	0,38
	12	0,72	0,54	0,43	0,33	0,25
	6	0,36	0,27	0,22	0,17	0,13

Рисунок 3.4 – Определение сложности проб (от 0, 792 сек до 1,08 сек – «простые» пробы; от 0,504 сек до 0, 792 сек – пробы средней степени сложности; от 0,216 сек до 0,504 сек – «сложные» пробы; минимальное значение времени полета шайбы – 0,216 сек; максимальное значение – 1,08 сек.)

В воротах были выделены 5 зон, в которые чаще всего направлены удары: по углам (точки 1, 2, 3 и 4) и между ног вратаря (в "домик" – точка 5) (Рис. 3.6). В шлеме виртуальной реальности на заданных нами параметрах невозможно отбить шайбу в классических зонах 3 и 4 (поскольку засчитываются только шайбы, отбитые клюшкой) В связи с этим, зоны попадания шайбы 3 и 4 предлагается скорректирвоать (Рис. 3.5).

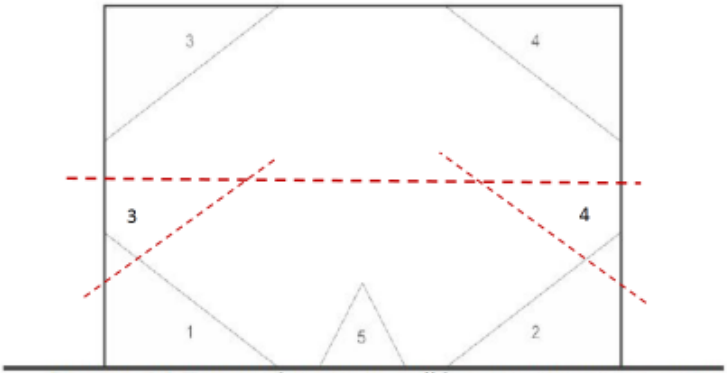


Рисунок 3.5 – Точки наиболее часто забрасывания шайб в хоккее, адаптированные под условия эксперимента (выделено красным)

Испытуемые. В исследовании приняли участие 22 испытуемых (средний возраст — 20 +/- 2,3 года; 100% муж.), в том числе 13 хоккеистов и 9 испытуемых, не занимающиеся хоккеем. Профессиональный уровень оценивался по количеству лет стажа и по наличию разрядов. Средний возраст стажа составил 14,18 +/- 3,8 лет. Разряды варьировали от 3 юношеского до КМС.

Перемещения частей тела испытуемого и клюшки регистрировались только с использованием системы SteamVR Tracking 2.0. Отслеживающие трекеры крепились на хоккейной форме, также как и на первом этапе (на щитках на голень, на бедре, груди, перчатках и клюшке).

Виртуальная сцена воспроизводилась в среде Unity. Данная система позволяет отображать виртуальную сцену и регистрировать движения игрока. Запись проводилась с использованием XR. Стоит заметить, что при такой записи регистрируются позиции и повороты отслеживаемых трекеров. Для задач исследования вертикальной позы человека разработаны частотные методы, которые можно было бы применить к инерциальным данным от трекеров, получение которых потенциально возможно, но не реализовано при выбранном дизайне эксперимента. Использование перспективных частотных методов, как и на профессиональных системах отслеживания движений, на данных с системы SteamVR Tracking 2.0 затруднено неравномерностью шага времени. Исходя из этого мы сосредоточились на применении менее чувствительных к шагу времени и не требующих применения дифференцирования методах анализа, применяемых для анализа

вертикальной позы. В связи с этим в нашем исследовании мы ограничились рассмотрением вероятностных характеристик выбранных переменных.

Для анализа двигательной реакции были выбраны параметры:

1) Изменения угла в коленном суставе (правого и левого колена),
2) Изменения угла в тазобедренном суставе (правой и левой стороны);
3) Перемещение клюшки (средняя скорость за такт измерений);
4) Скорость реагирования на предъявление шайб.

Для данных величин были проведены расчеты со следующими параметрами: ширина временного окна – 0,1 с, моменты двигательной реакции выбирались как пики, имеющие высоту больше чем утроенное значение среднеквадратичного отклонения соответствующей величины при спокойном стоянии (30 секунд до начала предъявления стимулов).

Разработанная нами ВР технология позволяет регистрировать количество отбитых и пропущенных шайб, время реакции испытуемых, а также двигательные реакции испытуемых (двигательная реакция в ответ на шайбу).

Для статистического анализа данных использовалась программа Statistica 8 (для Windows, V 8.0, StatSoft). Для сравнения группы хоккеистов и новичков использовался непараметрический критерий Манна-Уитни.

Статистический анализ данных проводился по следующим показателям:

- отбитые и пропущенные шайбы,
- время двигательного отклика на подсветку сектора (RT1),
- время реагирования клюшкой (RT2).

Результаты: количество отбитых/пропущенных шайб, скорость реакции.

Информция об испытуемых, а также об отбитых и пропущенных шайбах, времени двигательного отклика на предъявление шайбы (RT1), времени реагирования клюшкой (RT2) представлены в Приложении 2,3.

Статистический анализ (Mann–Whitney U–test) показал значимые различия между группами по количеству пропущенных шайб в третьем блоке (9 vs 10,56; $p \leq 0,05$), а также различия на уровне тенденции по

количеству отбитых шайб только в 3 блоке (4,85 vs 3,44, p≤0,06) (рис. 3.6 и 3.7, Приложение 2).

Для параметра времени двигательного отклика на предъявление шайб различий между двумя группами обнаружены не было.

Для скорости реакции клюшкой (RT2) значимые различия в скорости реагирования между хоккеистами и новичками были обнаружены в блоке 4 (в случае успешных проб) (Приложение 3).

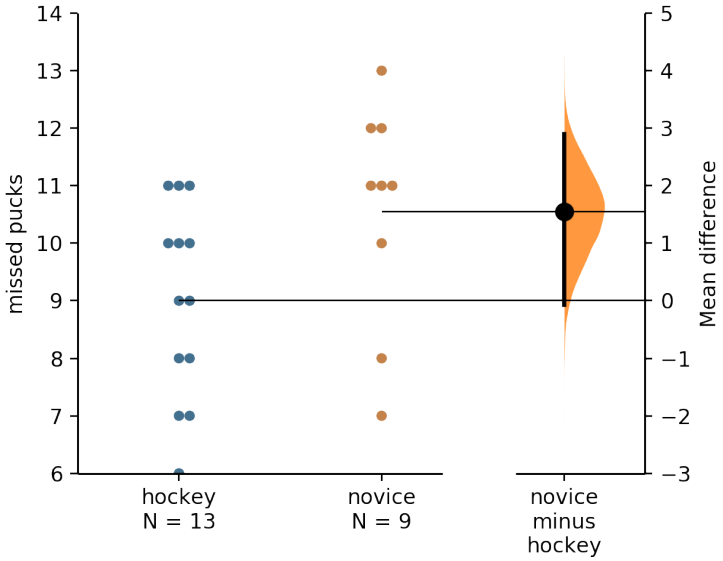


Рисунок 3.6 – Разброс по количеству пропущенных шайб у группы хоккеистов и группы новичков (block 3)

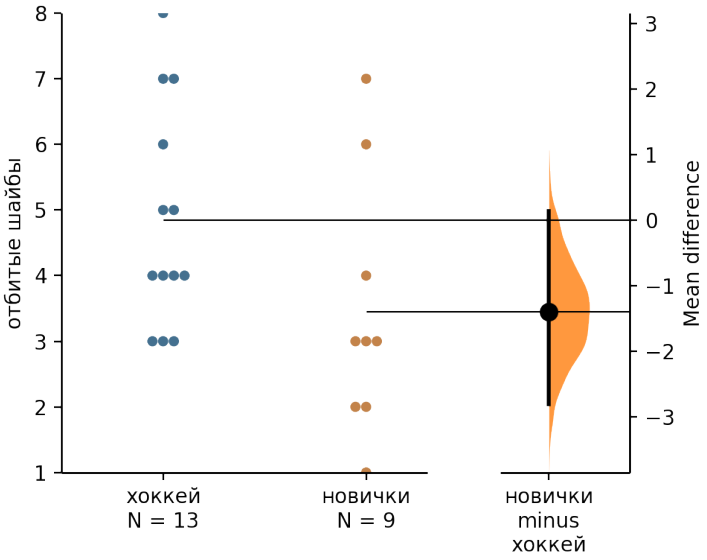


Рисунок 3.7 – Разброс по количеству отбитых шайб у группы хоккеистов и группы новичков (block 3)

Средняя разница между хоккеистами и новичками показана на приведенном выше графике оценки Гарднера-Альтмана. Обе группы обозначены на левой оси; средняя разница отложена на плавающей оси справа в виде распределения бутстреп-выборки. Средняя разница изображена точкой; 95% доверительный интервал обозначен концами вертикальной полосы ошибок.

Средняя разница между хоккеистами и новичками показана на приведенном выше графике оценки Гарднера-Альтмана. Обе группы изображены на левой оси; средняя разница изображена на плавающей оси справа в виде распределения бутстреп-выборки. Средняя разница изображена точкой; 95% доверительный интервал обозначен концами вертикальной полосы ошибок.

В части изучения двигательной, или моторной, аквтиности нами регистрировались два параметра:

- сохранение стойки хоккеиста;
- особенности двигательной реакции в ответ на предъявление шайб.

В Приложении 4 представлены результаты средних изменений углов в суставах. Статистический анализ показал, что значимые различия наблюдаются только для параметров головы (0,6548 vs 1,2549, $p \leq 0,05$) (рис. 3.8). Можно предположить, что такие результаты обоснованы тем, что для профессиональных хоккеистов характерно поддержание головы в одном положении (они не опускают голову, когда следят за шайбами). Тогда как у новичков такой навык еще не сформирован – им постоянно нужно контролировать положение своего тела и положение шайбы, поэтому они часто опускают голову.

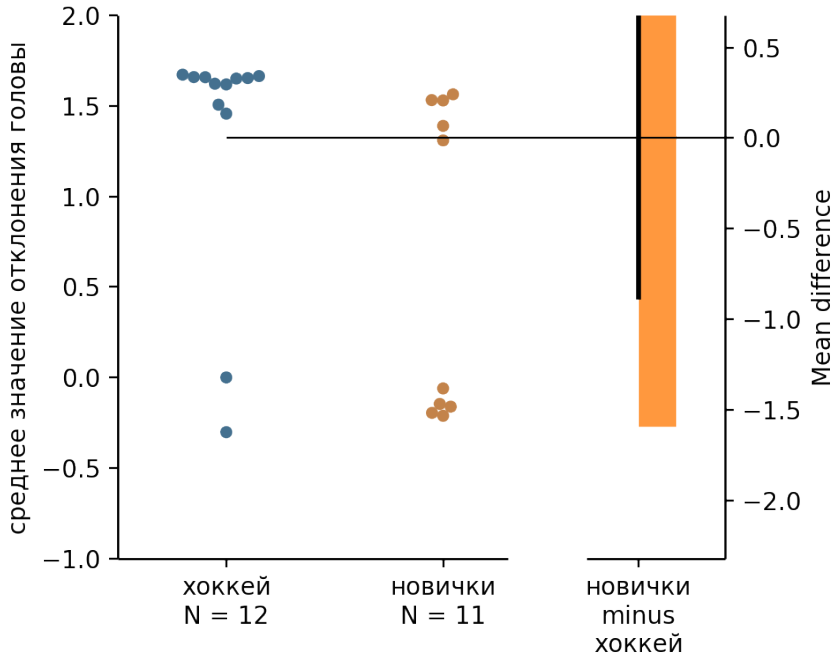


Рисунок 3.8 – Разброс по средним значениям изменения положения головы у группы хоккеистов и группы новичков

Средняя разница между группами «хоккей» и «новички» показана на приведенном выше графике оценки Гарднера-Альтмана. Обе группы построены по левым осям, средняя разница построена по плавающим осям справа в виде бутстрап-распределения выборки. Средняя разность представлена в виде точки; доверительный интервал 95% обозначается концами вертикального столбца ошибки.

Для анализа двигательного отклика на появление шайбы наиболее информативно оказалось рассмотрение среднеквадратичного отклонения изменения углов в каждом из суставов. Данные величины зависят от степени подготовки игрока, профессиональные игроки отличаются большей амплитудой колебаний, относительно постоянной, на всем интервале наблюдений. Начинающие же игроки характеризуются отсутствием стабильности амплитуды колебаний и меньшей ее амплитудой.

Профессиональные игроки характеризуются четкими и стабильными двигательными паттернами в ответ на предъявление шайбы, что проявляется как синхронными и симметричными изменениями углов в коленных уставах,

так и в тазобедренных (Рис. 3.9-3.10). У новичков такая стабильность и симметричность отсутствуют (Рис. 3.11-3.12).

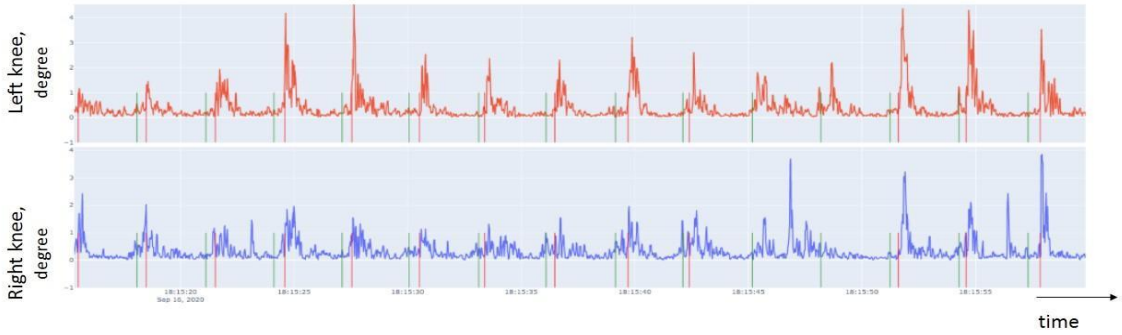


Рисунок 3.9 – Изменения углов в коленном суставе у профессионального хоккеиста (19 лет стажа)

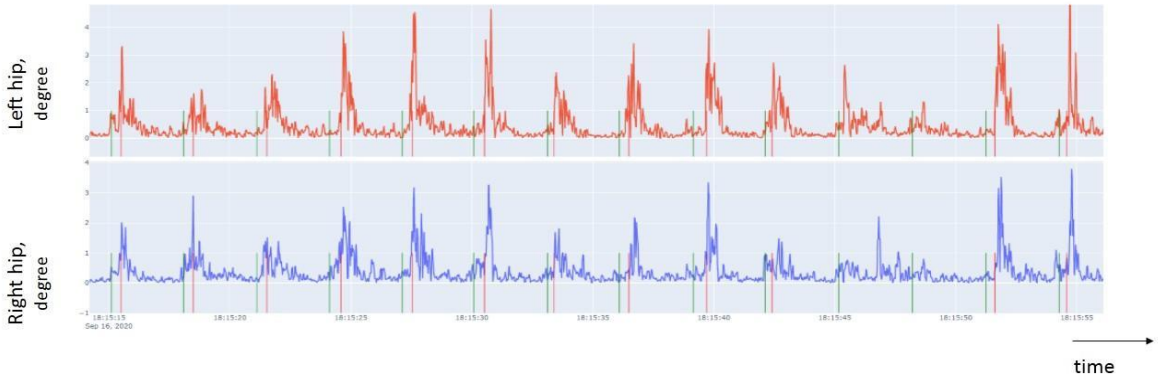


Рисунок 3.10 – Изменения углов в тазобедренном суставе у профессионального хоккеиста (19 лет стажа)

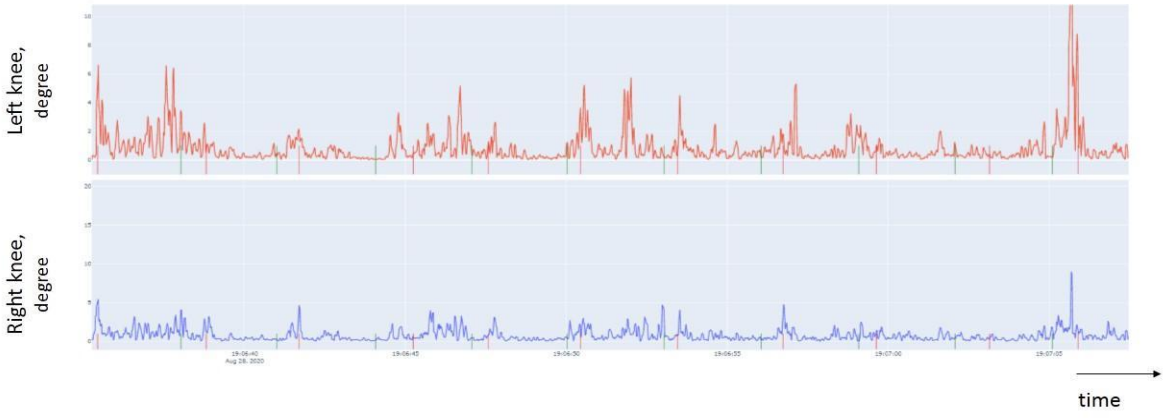


Рисунок 3.11 – Изменения углов в коленном суставе у новичка

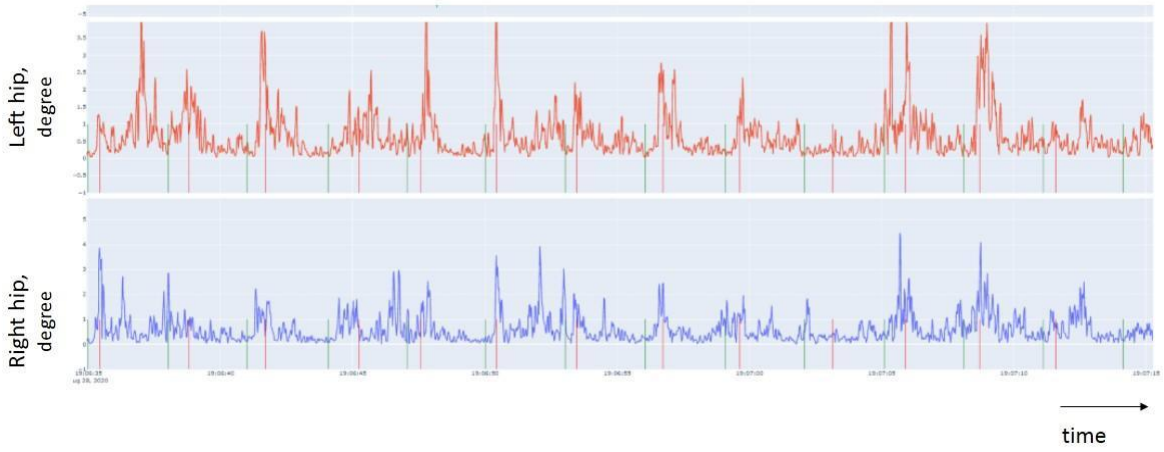


Рисунок 3.12 – Изменения углов в тазобедренном суставе у новичка

В результате проведенного исследования было продемонстрировано, что у профессиональных хоккеистов, в отличие от новичков, наблюдается более высокая и стабильная амплитуда колебаний показателей движений на всем интервале наблюдений. Это может быть связано с тем, что у профессиональных хоккеистов уже сформировалась определенная устойчивая реакция на значимые стимулы. Помимо этого, профессиональные игроки характеризуются четкими и стабильными двигательными паттернами в ответ на предъявление шайбы, что может свидетельствовать об оптимизации затрат ресурсов. В контексте системной образной репрезентации это может характеризовать энергетическую доминанту, а также технико-тактическую доминанту.

Профессиональные хоккеисты также показали значимо меньшую амплитуду колебаний головы, что может свидетельствовать о хорошо сформированном пространственном факторе – им не нужно смотреть на свое тело или траекторию движения шайбы. Поэтому для большей эффективности – хоккеисты держат голову прямо и не опускают ее.

Также были выявлены значимые различия в скорости реагирования на предъявляемые шайбы в блоке с самой быстрой скоростью предъявления (блок 4), который характеризуется также одновременным предъявлением 2х шайб. Полученные результаты могут свидетельствовать о лучшей

сформированности технико-тактического, временного и пространственного факторов у профессиональных хоккеистов. Мы полагаем, что в 4м блоке при одновременном предъявлении двух шайб может проявляться элементы непосредственной игры, то есть данная ситуации больше приближена к реальной, в которой перед спортсменом ставится задача не просто на скорость отбить шайбу, а проявить определенные маневры – двигательные новыки с клюшой для отражения сразу нескольких шайб.

В нашем исследовании обе группы испытуемых практически не отличались по количеству отбитых шайб. Мы предполагаем, что это связано с тем, что в состав второй группы «новички» по большей части входили также спортсмены (преимущественно – борцы вольного стиля, для которых скорость реагирования и антиципация являются принципиально значимыми качествами. Мы предполагаем, что увеличение количества участников исследования позволит выявить значимые различия между новичками и профессионалами не только в скорости реакции, но и в количестве отбитых и пропущенных шайб.

Таким образом, уже на основании данного исследования можно говорить о наличии определенных двигательных паттернов, анализируя которые можно отличить профессионального хоккеиста от новичка (Поликанова, Леонов, 2024). Подобные различия дают возможность для создания в будущем специализированного тренинга в виртуальной реальности для повышения профессионального мастерства хоккеистов.

Таким образом, была разработана и апробирована ВР технология VRPACE, которая по сравнению с существующим аналогом SENSEARENA (Sense Arena), позволяет проводить комплексный анализ двигательной активности атлетов, включающий оценку зрительно-моторных реакций, сохранение позы (на основе анализа среднеквадратичных отклонений изменения углов в суставах), анализ двигательного реагирования в ответ на предъявление шайбы и/или предупреждающих стимулов. Данная технология позволяет также проводить одновременную регистрацию комплекса

психофизиологических показателей – электроэнцефалограммы, электрокардиограммы, регистрацию движений глаз. Преимуществом такого подхода является высокая экологическая валидность.

В результате проведенного исследования было продемонстрировано, что у профессиональныех хоккеисты характеризуются специфическим паттерном двигательных реакций по сравнению с новичками (тоже спортсменами), которые в свою очередь позволяют им более эффективно реализовывать спортивную деятельность.

По итогам апробации разработанной VR технологии VRPACE было показано, что уровень мастерства хоккеиста определяется сформированностью комплекса параметров, включающих пространственные, временные, технико-тактические способности. Это проявляется в автоматизации ряда навыков, а также оптимизации двигательных откликов: 1) более высокой и стабильной амплитудой движений на всем интервале наблюдений и минимизацией лишних движений; 2) более высокой скоростью реагирования на более сложные шайбы (приближенные к реальным игровым ситуациям); 3) концентрацией внимания на значимых сигналах, антиципация.

3.2.4. Разработка VR-среды для тренировки и диагностики уровня мастерства хоккеистов на основе видео 360

С целью модификации разработанной ранее системы VR-PACE была проведена запись реальных хоккейных ситуаций на камеру 360° высокого разрешения, которая во время записи была размещена на воротах, не защищаемых вратарем (Рис. 3.13). Пример кадра из предъявляемого 360°–видео (Рис. 3.14).



Рисунок 3.13 – Камера Insta360 Titan

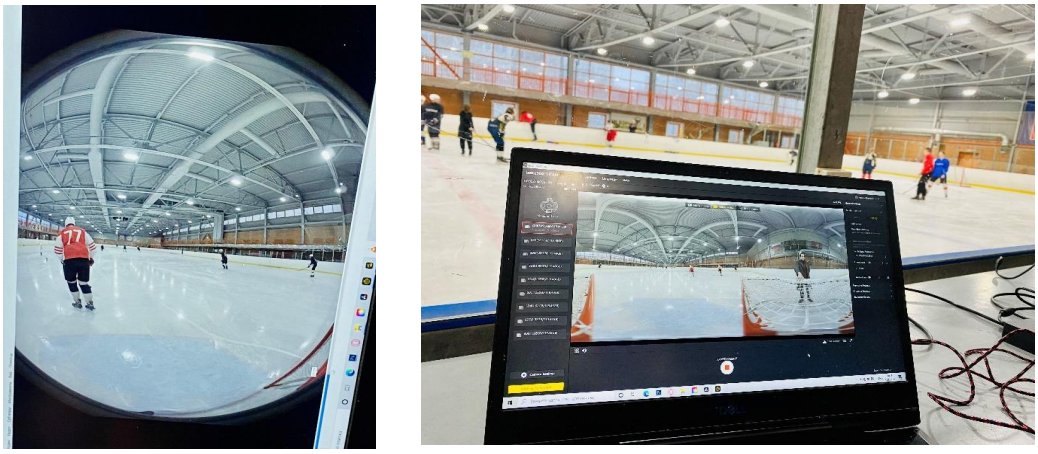




Рисунок 3.14 – Пример кадра из предъявляемого 360°–видео

В записи видео участвовало различное соотношение нападающих и обороняющихся игроков. Броску предшествовал розыгрыш шайбы атакующей

командой. Количество передач варьировалось от 0 до 5. Минимальное количество атакующих игроков было 2, максимальное - 5. Броски осуществлялись как с фланговых позиций, так и из центра. Схема развития атак составлялась экспертами (хоккейными тренерами). Разыгранные ситуации являлись базовыми упражнениями позиционных атакующих действий хоккейной команды. Игроки предварительно получили схематичные инструкцию в привычной для них форме о направлении атаки, количестве передач и зоны финального броска. Броски осуществлялись «низом» (шайбой по льду). Весь хоккейный эпизод разворачивался в радиусе углов восприятия испытуемого. Через 2-3 сек после броска начинался розыгрыш нового хоккейного эпизода. В результате было записано более 50 видео. Далее полученные видео были перенесены в виртуальную реальность с помощью специально разработанной технологии комбинирования виртуальной сцены с панорамным видео, адаптированной для использования в системах виртуальной реальности. Создание данной технологии было обусловлено рядом проблем, возникающих при съемке фильмов на панорамные камеры. Так, при использовании панорамных устройств возникают трудности с корректным стереоэффектом при поворотах и наклонах головы. Также могут возникать нарушения структуры объектов, расположенных близко к камере (включая крепление камеры). Дополнительно, панорамные съемки не позволяют зрителю перемещаться и видеть своё тело, что уменьшает степень погружения. В связи с этим, круговые панорамы стали эффективным решением для создания дальнего плана, поскольку стереоэффект снижается с увеличением расстояния между объектами. В то же время, для переднего плана более подходящим подходом стало создание 3D-моделей с использованием реалистичных текстур и световых эффектов. Такой подход не требует значительных вычислительных ресурсов, которых вполне достаточно для отображения небольшого количества объектов переднего плана. Был внедрен плавный эффект полупрозрачности на достаточном расстоянии от центра хоккейной площадки. Это позволило сделать границу между ближним и дальним планами практически незаметной. Затем были добавлены элементы

хоккейной площадки в виде текстур в пограничную зону. Технология Image-based Lighting (IBL) использовалась для определения силы света из различных направлений от виртуальной полусферы с помощью текстурных карт. Технология Physically Based Rendering (PBR) была использована для достижения реалистичного воспроизведения материалов благодаря применению реалистичных моделей освещения, затенения и свойств поверхности. Это значительно упростило создание и настройку объектов для любых условий освещённости. Впоследствии, были сделаны итерации по сведению цвета текстур реалистичных 3D-моделей элементов хоккейной площадки с объектами на панораме. Наконец, в качестве текстуры скайбокса сцены использовалась круговая 360° панорама, снятая с хоккейного стадиона. Это обеспечило уникальное и реалистичное окружение для виртуального пространства и тренировочной среды. Также в ходе реализации данного проекта возникла проблема обработки видеоматериала, снятого на хоккейной площадке в высоком разрешении (8K стерео). Движок ПО Unity3D не обеспечивал должной производительности для корректного воспроизведения контента такого качества, и специализированные плееры также не смогли решить эту задачу. Было разработано решение, которое заключалось в разделении видеоматериала на две части: статическую и динамическую. Статическая часть включала в себя участок панорамы, где не происходило значительных изменений, в то время как динамическая часть содержала сцены с активными действиями хоккеистов и розыгрышем шайбы. Таким образом, воспроизводилась только динамическая часть видео, что существенно улучшило производительность. Благодаря этому подходу удалось повысить производительность настолько, что контент стал доступен для воспроизведения даже на мобильных шлемах виртуальной реальности, хотя и с некоторой потерей качества. Итоговый проект в ПО Unity3D для психологических тестов хоккеистов состоит из следующих основных компонентов:

1. Сцена: на сцене размещены передняя и задняя полусферы для каждого глаза, образуя две полные сферы. На задних наложено стереоизображение

заднего плана, на передние проецируется стереовидеопоследовательности с хоккейными розыгрышами и ударами по воротам. XRRig, задающий центр виртуального пространства, находится в центре сфер.

2. Видео-плеер: для воспроизведения видео используется компонент VideoPlayer. Компонент VideoPlayer на каждом кадре видео обновляет RenderTexture. Материалы передних полусфер используют эту текстуру с разным смещением для двух глаз.

3. Входные данные и управление: позиции шлема и контроллеров задаются с помощью встроенных компонентов TrackedPoseDriver. Специальным скриптом угол поворота правого контроллера вокруг вертикальной оси задает угол поворота указки выбора. Нажатие на курок контроллера отлавливается подписыванием на соответствующее событие в InputActionAsset.

4. Конфигурационные файлы: в проекте присутствуют конфигурационные файлы, которые позволяют настраивать видео, события ударов по шайбе, пересечения линии, попадания в ворота и направления, откуда шайба прилетит, а также угол разворота и цвет указки.

5. Слежение за взглядом: в проекте используется интеграция с Vive Pro Eye с помощью SRanipal Eye Framework v2 для отслеживания направления взгляда и движения головы испытуемого. Эти данные записываются в файлы для последующей обработки.

6. В проекте реализован механизм записи данных, включая информацию о направлении взгляда, движении головы и нажатиях на курок контроллера в файлы, которые будут использоваться для анализа результатов тестирования.

7. В проекте присутствуют различные скрипты для обработки событий и управления воспроизведением видео, обработки входных данных, следящих за взглядом, и записи результатов в файлы.

Созданное в ПО Unity3D было использовано для диагностики навыка антиципации у хоккеистов мужской и женской команд с использованием технологии виртуальной реальности. В пилотажном исследовании приняли участие 27 спортсменов в возрасте от 16 до 30 лет (Mage=18,3; SDage=2,9), 16

мужчин и 11 женщин. Испытуемый в виртуальной среде стоит в воротах и видит перед собой игроков, которые разыгрывают ситуации. В руках у испытуемого находится игровой контроллер, который отображается в виде подсвеченной области вратарской зоны. Ему предъявляется видеоряд из 27 разыгранных ситуаций, первые 3 из которых были тренировочные. Задача-определить и указать при помощи контроллера область, в которой летящая шайба пересечет вратарскую зону. Зафиксировать указанную зону нужно нажатием курка на контроллере. После фиксации указатель меняет цвет и изменить положение указателя после этого невозможно. Если участник верно определил место пересечения шайбы с линией ворот, то он услышит в VR среде аплодисменты. В результате проведенного исследования и сравнения средних с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни были выявлены значимые различия в успешности выполнения задачи у мужчин и женщин (U=25,5; p=0,001). При этом средняя успешность мужчин при выполнении данной задачи равна 0,5944 (16 правильных ответов), у женщин — 0,3636 (10 правильных ответов). Кроме того, в ходе эксперимента фиксировались данные о глазодвигательной активности испытуемого (с помощью айтрекера, встроенного в шлем HTC Vive Pro Eye).

Методика обработки данных основывается на анализе положения изображения объекта интереса (например, шайбы или группы игроков) на сетчатке глаза (3.15). Вводится общий термин "объект интереса" для визуального стимула, привлекающего внимание испытуемого. Положение проекции объекта описывается углом α между оптической осью глаза и вектором, соединяющим центр глаза с объектом. Угол α определяет зону поля зрения (фовеальную, парафовеальную или периферическую). Анализ показал, что траектории $\alpha(t)$ для левого и правого глаз совпадают, что подтверждает точность регистрации.

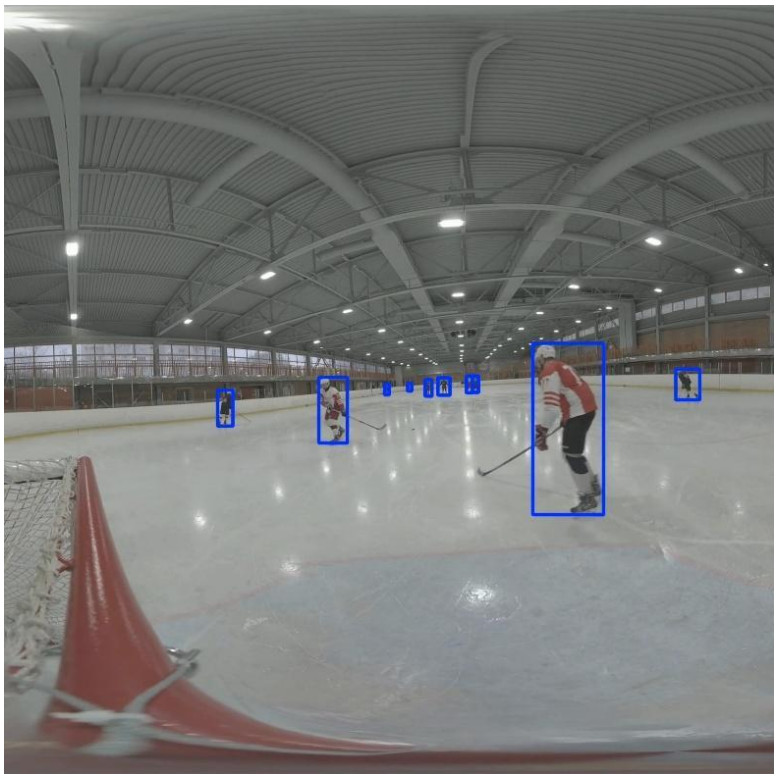


Рисунок 3.15 – Пример кадра из видео для левого глаза с распознанными хоккеистами

3.3. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности борцов вольного стиля

3.3.1. Методы исследования репрезентативных образов в вольной борьбе

В настоящей главе приводятся описание и результаты исследования по изучению уровня сформированности навыка антиципации на борцах вольного стиля с использованием системы виртуальной реальности.

Вольная борьба является контактным видом спорта, в котором большую роль играет не только физическая сила, но также и психофизиологические особенности спортсменов (Исаев, Леонов, Саноян, 2015; Поликанова и др., 2019; Поликанова, Исаев, Леонов, 2019; Поликанова, Леонов, Исаев, 2023; Мухамедов и др., 2023; Isaev et al., 2016; Polikanova et al., 2020; Polikanova et al., 2020). Это обусловлено тем, что вольная борьба отличается высокой динамичностью и большим количеством комбинаторных ситуаций с высокой степенью неопределенности событий, то есть каждый момент времени атлет

должен максимально быстро оценивать ситуацию и принимать решение о выборе действия.

В основе формирования когнитивно-моторных компонентов операционально-смысловой структуры спортивной деятельности в вольной борьбе лежит антиципация, которая является результатом интегрированной работы разных систем ЦНС. Она формируется при учете информации из внешней среды, внутреннего состояния, а также предыдущего опыта спортсмена. Как правило, формирование антиципации связано с непосредственным опытом атлета и происходит бессистемно и хаотично (Исаев и др., 2015).

Способность к антиципации формируется на основе большого количества информации. Например, в исследовании на боксерах (Мартынов, 2002) было показано, что атлеты могут использовать различные источники информации для антиципирования намерений противника. В качестве таких источников могут быть использованы как непосредственные удары/приемы, так и обманные движения рук и туловища, а также конституция соперника. Непосредственно удару/приему предшествует фаза подготовки, которая также очень важна для предвидения намерений соперника. Самой информативной является конечная фаза, предшествующая удару. А начальная фаза – наименее информативная (Сурков, 1984).

Тот факт, что, используя эту методику, опытные игроки могли лучше предугадать исход действий соперника и в других видах спорта, как сквош (Abernethy et al., 1990, 2001), волейбол (Starkes et al., 1995; Schorer et al., 2013), пляжный волейбол (Cañal-Bruland et al., 2011), баскетбол (Aglioti et al., 2008; Abreu et al., 2012; Wu et al., 2013), бейсбол (Paull Glencross, 1997), теннис (Ward et al., 2002; Williams et al., 2002; Farrow Abernethy, 2003; Williams et a., 2009; Huys et al., 2009; CañalBruland et al., 2011), крикет(Müller et al., 2006; Müller et al., 2009) и футбол (Savelberg et al., 2002; Roca et al., 2011; Bishop et al., 2013). В этих исследованиях эффект от движения (в случае перечисленных работ – о траектории полёта мяча) испытуемым не был виден, таким образом и эти

результаты говорят о том, что профессиональные игроки при антиципации исходят из кинематической информации.

В исследовании Е.М. Бердичевской с коллегами (Бердичевская и др, 2008) было показано, что юные боксеры отличаются не только более высокой скоростью реакции по сравнению с неспортсменами, но и лучшими показателями кратковременной и образной памяти. Авторы объясняют это том, что по мере совершенствования спортивного мастерства наряду с улучшением моторных навыков также происходит развитие тактического мышления. Кроме того, во всех видах единоборств необходимо развитое внимание, поскольку атлеты должны уметь реагировать на любые внезапные сигналы (Гронская, Черенкевич, 2005; Котешев, Макаров, 2006).

Отличительной особенностью вольной борьбы является тесное взаимодействие с противником. При этом одними борцами чаще предпринимаются атакующие действия, другими – защитные. В связи с этим, борцы делятся на атакующих и атакуемых (Купцов,1978).

По мере приобретения опыта и применения различных навыков в схватках, многие приемы становятся автоматизированными и атлетам уже можно ослабить внимание к деталям приема (Шулика,2004).

Огромную роль в предугадывании действий соперника является скоростной процесс протекающей реакции – так называемые сложные реакции. Эти реакции могут быть в ответ на несколько раздражений и ответных движений (Рудик,1974).

Антиципация действий соперника в вольной борьбе включает не только прогнозирование его намерений, но также и упреждающие действия в ходе борьбы. Атлету нужно не только предугадать действия соперника, но и нанести упреждающий удар, который, в свою очередь не должен быть предугадан противником. Один из важнейших моментов упреждения в спортивном действии заключается в том, что прогнозируется совершенно конкретное событие со всеми его пространственно-временными характеристиками (Мельникова,1987).

ель настоящего этапа исследования – предложить новый методологический подход, формировать когнитивно-моторные компоненты операционально-смысловой структуры спортивной деятельности в вольной борьбе.

Для целей настоящего исследования мы использовали виртуальную реальность (ВР), которая в области спорта позволяет создавать искусственную, полностью контролируемую среду, имитирующую реальные условия спортивной деятельности (Borg et al., 2018; Фейткевич, 2019; Решетников, 2019). При одновременном применении системы захвата движений и обратной связи (зрительной, слуховой) возможно добиться полного погружения испытуемого в созданную виртуальную ситуацию, сделать ее интерактивной и производить коррекцию действий спортсмена в виртуальной ситуации в реальном времени (Vignai et al., 2015; Erickson, 2018; Pagés et al., 2018; Тельных, 2020).

Виртуальная реальность открывает широкие возможности по моделированию различных спортивных сценариев, направленных на тренировку тех или иных навыков спортсмена. Кроме того, тренировки в условиях виртуальной среды позволяют одновременно проводить мониторинг различных физиологических показателей спортсмена (ЭКГ, ЭЭГ и др.) (Armougum et al., 2019; Topu et al., 2019; Tomlinson et al., 2019; Yang et al., 2019; Zappa et al., 2019; Chasson et al., 2020; Helm et al., 2020; Park et al., 2020).

На первом этапе исследования с учетом экспертного мнения двух профессиональных тренеров (МСМК и МС) было выделено несколько ключевых приемов вольной борьбы: (1) Бросок наклоном с захватом двух ног; (2) Бросок поворотом с захватом руки и ноги; (3) Перевод рывком с захватом руки и туловища; (4) Перевод рывком с захватом руки и ноги; (5) Перевод рывком с захватом руки и противоположной ноги; (6) Бросок наклоном с захватом туловища; (7) Бросок вращением с захватом за руку; (8) Бросок сваливанием с захватом ноги.

С помощью камеры 180° была проведена видеозапись указанных приемов от 1го лица. Камера располагалась на испытуемом так, чтобы на видео были видны приемы от первого лица, которые делает тренер (Рис. 3.16).



Рисунок 3.16 – Запись видео от 3го лица, снятое на камеру 180°

Снятый видеоролик был адаптирован под систему виртуальной реальности HTC Vive Pro Eye.

Во время исследования каждому испытуемому предъявлялся видеоряд, состоящий из восьми видеороликов с демонстрацией приемов вольной борьбы. Каждый ролик начинался с исходного положения борцов в учебно-тренировочных и соревновательных схватках. Далее в видеоролике происходила подготовка и выведение на прием того или иного борца. Перед проведением технического приема ролик останавливался, и на экране предъявлялось 3 варианта возможных контратакующих действий. Задача испытуемого состояла в выборе правильного ответа с помощью лазерной указки (джойстика). Ответ фиксировался и испытуемому предъявлялось окончание ролика. Таким же образом испытуемому по очереди предъявлялись все ролики видеоряда.

Выбор момента остановки демонстрации видео приема проводился с учетом экспертного мнения двух профессиональных тренеров. Подробная информация о приемах вольной борьбы, вариантах ответа, времени остановки видеоролика представлены в приложении 5. Выбор ответа осуществлялся с помощью лазерного указателя (джойстика). Примеры представлены на рис. 3.17.

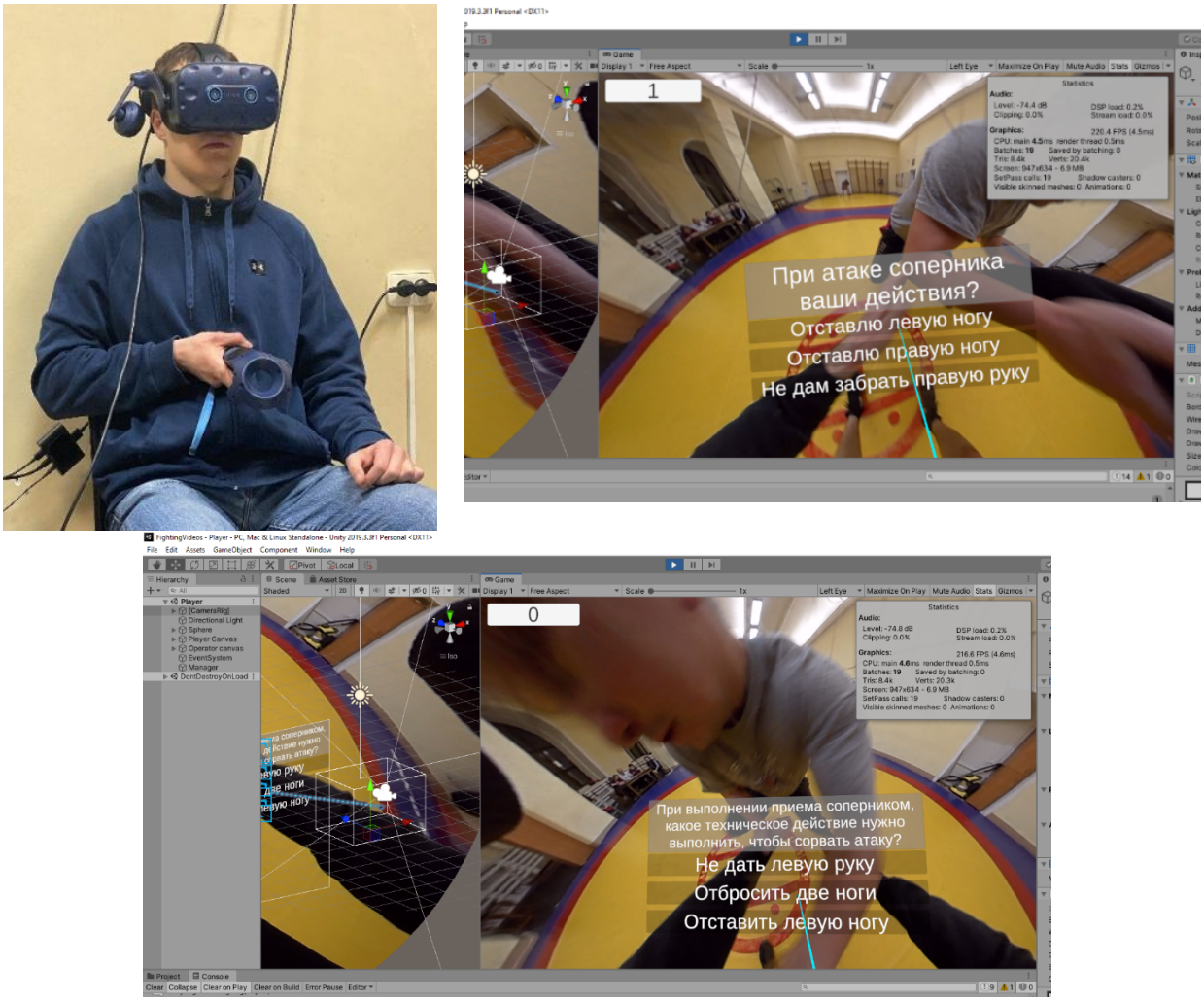


Рисунок 3.17 – Испытуемый в ходе эксперимента (наверху слева), а также примеры вопросов о выборе действия

На следующем основном этапе исследования был расширен видеоряд приемов вольной борьбы (Приложение 5), а также модифицирована сама технология: испытуемым предъявлялись видеоролики от 1го ракурса и от 3го ракурса, а также были модифицированы сами вопросы. Кроме того, в конце также предъявлялся опросник для выявления особенностей мысленных образов.

На данном этапе исследования была осуществлена одновременная запись с двух ракурсов (от 1го лица и от 3го лица) нескольких ключевых приемов вольной борьбы с участием профессионального тренера (чемпион мира по вольной борьбе, мастер спорта международного класса). Для записи с

ракурса от 1го лица была использована камера 180° (рис. 1), которая надевалась на одного из борцов во время осуществления приемов вольной борьбы. Эта запись была адаптирована под систему виртуальной реальности HTC Vive Pro Eye. Запись от 3го лица осуществлялась с помощью обычной камеры, размещенной на штативе так, чтобы в объектив попадала видеозапись всех приемов в полном объеме. Примерный вид с камеры представлен на рис. 3.18.



Рисунок 3.18 – Вид с камеры, записывающей видео приемов от 3го лица

Видео-приемы, записанные от 1го лица с помощью камеры 180° были адаптированы под систему виртуальной реальности HTC Vive Pro Eye и в ходе самого эксперимента предъявлялись в шлеме виртуальной реальности (рис. 3.19). Видео-приемы от 3го лица, записанные обычной камерой, предъявлялись на экране ноутбука.

Отснятые видео приемов вольной борьбы были модифицированы следующим образом. Было записано 11 полных приемов вольной борьбы (одно непрерывное видео). В видеоролике для каждого приема происходит подготовка и выведение борца на прием. Непосредственно перед проведением технического приема ролик останавливается, и на экране предъявляются 3 варианта ответа, направленных на антиципацию совершаемого противником приема. Выбор ответа осуществлялся с помощью лазерной указки

(джойстика). Выбор момента остановки демонстрации видео приема проводился с учетом экспертного мнения двух профессиональных тренеров. Ответ фиксируется и испытуемому предъявляется окончание ролика. Таким же образом испытуемому по очереди предъявляются все ролики видеоряда.

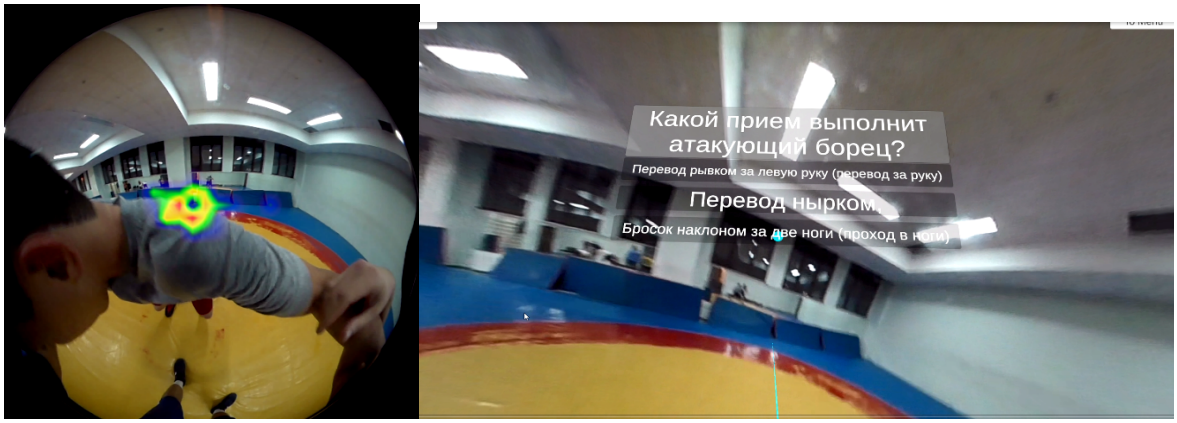


Рисунок 3.19 – Визуализация приема в ВР и пример вопроса о выборе действия

На основе экспертного мнения двух профессиональных тренеров (МСМК и МС) было выделено несколько ключевых приемов вольной борьбы (перечень приемов модифицирован по сравнению с прошлым этапом), подробная информация представлена в Приложении 5:

1. Перевод рывком за левую руку (перевод за руку)
2. Перевод нырком
3. Броском наклоном захватом двух ног (проход в ноги)
4. Бросок поворотом захватом руки и ноги (мельница)
5. Перевод рывком захватом за руку с переходом на сваливание сбиванием захватом разноименной ноги
6. Бросок подворотом захватом за руку («кочерга», «Спина»)
7. Перевод рывком захватом за руку с переходом на бросок наклоном захватом двух ног
8. Бросок поворотом захватом руки и разноименной ноги (мельница)
9. Бросок наклоном захватом руки и зацепом ноги снаружи
10. Сваливание сбиванием захватом за ногу (боковой проход в ногу)
11. Перевод нырком захватом за ногу

На данном этапе исследования нами было также проведено изучение специфики мысленных образов единоборцев при представлении определенных приемов, что также составляет основу репрезентативных образов спортсменов. Для этих целей нами был модифицирован опросник для выявления особенностей мысленных образов, разработанный Каминским И.В. (Каминский, 2015; Леонов и др., 2020). Образец опросника представлен в Приложении 6.

Для изучения особенностей мысленных образов единоборцев нами были выделены следующие приемы: бросок через бедро; мельница; нырок; перевод; проход в ноги.

3.3.2. Формирование репрезентативных образов в вольной борьбе

На первом этапе для апробации разработанной технологии было проведено пилотное исследование на 14 испытуемых, из которых 10 - борцы вольного стиля. Спортсмены-студенты (юноши) из разных факультетов МГУ имени М.В. Ломоносова, которые занимаются в центральной секции по вольной борьбе.

Результаты первого этапа – пилотного исследования – представлены в таблице 3.2. На основе представленных данных видно, что группа борцов вольного стиля показывает значительно больше правильных ответов. При этом распределение ответов не является равномерным. Так, к примеру, при демонстрации приема № 7 все борцы дали верный ответ в части выбора контратакующего действия.

Таблица 3.2 – Результаты ответов испытуемых

	Правильность ответов (для каждого из 8 приемов)							
Испытуемые*	1	2	3	4	5	6	7	8
1к	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE
2к	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE
3к	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE
4к	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE
1б	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE
2б	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE

3б	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE
4б	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE
5б	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE
6б	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE
7б	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE
8б	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE
9б	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE
10б	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE
∑к	0	1	1	0	0	2	2	0
∑б	1	9	2	7	6	8	10	1
% прав.отв. К	0	25	25	0	0	50	50	0
% прав.отв. Б	10	90	20	70	60	80	100	10

*К – контрольная группа; Б – борцы

В рамках первого этапа исследования было сделано: с учетом экспертного мнения отобраны несколько ключевых приемов вольной борьбы; проведена их видеозапись от первого лица с использованием камеры 180°; записанные видеоролики адаптированы под систему виртуальной реальности HTC Vive Pro Eye и дополнены специальными задачами по выбору из трех вариантов контратакующего действия. Проведена апробация разработанной технологии, которая показала адекватность данного инструментария для диагностики сформированности навыков антиципации у борцов вольного стиля. Таким образом, разработанная технология виртуальной реальности, максимально приближена к реальным тренировочным условиям, что обеспечивает высокую экологическую валидность предлагаемого подхода.

На втором этапе в исследовании приняли участие в общей сложности 19 испытуемых (возраст 22±3.6 лет, муж.), из которых 9 были борцами вольного стиля и 10 самбистов. Десятерым испытуемым видео-приемы предъявлялись и от 1го лица и от 3го лица (запись проходила в разные дни и в разной последовательности). Четырем испытуемым предъявлялась только запись от 3го лица. Пятерым испытуемым – только от 1го лица.

Результаты данной части исследования представлены в Приложении 7. В случае предъявления видео-приемов от 1го лица испытуемые давали в среднем 3±1.7 ошибок и 8±1.7 верных ответов, соответственно. В случае предъявления видео-приемов от 3го лица наблюдается в среднем 4±2 ошибки

и 7±2 правильных ответов, соответственно. Результаты статистического анализа представлены в таблице 3.3. Значимые различия наблюдаются только для условия от 3го лица: самбисты показывают меньше правильных ответов и больше ошибок. Полученные результаты могут быть обоснованы разными факторами. Кроме того, это может обусловливать адекватность тренировок, проводимых с использованием виртуальной реальности и предъявлением контента от 1го лица.

Таблица 3.3 – Результаты ответов испытуемых

	От 1го лица		W, p	От 3го лица		W, p
	верно	ошибки		верно	ошибки	
Борцы	8.71±0.184	2.29±0.184	0, 0.346	8.14±0.595	2.86±0.595	3, 0.346
Самбисты	7.50±0.779	3.50±0.779	13, 0.178	5.67±0.553	5.33±0.553	2, 0.178
U	17	17		8	8	
p	0.198	0.198		0.014*	0.014*	
ES	0.393	0.393		0.746	0.746	

Для изучения особенностей мысленных образов единоборцев нами было выделено несколько ключевых приемов, которые каждый испытуемый должен был несколько раз представить в своем исполнении и в сопровождении экспериментатора заполнить все части опросного блока (приложение 6) в соответствии с особенностями наиболее привычного представления. Перед тем, как приступить к опросному блоку, с испытуемыми обсуждалось значение терминов «ракурс от 1-го лица» (визуальное представление с собственной позиции) и «ракурс от 3-го лица» (визуальное представление с позиции стороннего наблюдателя).

В рамках проведенного опроса были проанализированы, в том числе такие особенности мысленных образов как ракурс, тип ориентиров в контроле представленного движения, хронометрические характеристики мысленных образов. Примерные ответы испытуемых представлены в Приложении 8.

Проведенный анализ особенностей мысленных образов выявил некоторые тенденции. В первую очередь следует сказать, что успешность выполнения экспериментальных задач оказалась не связана со стажем занятиями спортом. Одинаково высокую успешность прохождения тестовых заданий показывали, как опытные борцы, имеющие разряды, так и борцы с относительно небольшим стажем (1-3 года). Испытуемые, показавшие хорошие результаты, но при этом обладающие довольно небольшим стажем занятий единоборствами (около года), как правило, при описании приемов использовали ракурс от 3го лица, иногда отмечались сдвиги при представлении приемов от 3го к 1му лицу или наоборот. Скорость представления приемов практически всегда соответствовала реальной скорости выполнения навыка. При оценке эффективности мысленного образа такие испытуемые часто опирались на его внешнюю форму (визуальную оценку), иногда на результат. При представлении движений они, как правило, воспринимали его визуально, мышечные ощущения практически отсутствовали в отчетах. Чувство движения и мышечного усилия возникало при представлении чаще от 1го лица.

По мере увеличения стажа (около 3 лет) в отчетах чаще отмечались представления приемов от 1го лица, а также начинали часто отмечаться мышечные ощущения. Также изменялись и хронометрические показатели, к примеру, в некоторых приемах начинали появляться паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки.

В случае опытных спортсменов уже, как правило, ракурс представления был стабильным – преимущественно от 1го лица, иногда меняясь на 3е лицо для проработки определенных моментов. В таких случаях также отмечались паузы в хронометрических показателях. При оценке эффективности мысленного образа у таких испытуемых доминировали мышечные ощущения. Чувство движения и мышечного усилия возникало также как у «новичков» при представлении чаще от 1го лица.

По итогам полученным результатам можно сделать следующие выводы. В настоящей работе нами предлагается новый методологический подход к формированию профессионального мастерства борцов вольного стиля, основанный на использовании системы виртуальной реальности. В основе разрабатываемого подхода лежит способность к формированию антиципации, являющейся одной из важнейших профессионально важных качеств борцов вольного стиля. В данной работе представлены результаты модификации и совершенствования разработанной на предыдущем этапе технологии с использованием виртуальной реальности, направленной на тренировку и диагностику уровня мастерства борцов вольного стиля: с учетом экспертного мнения отобраны несколько ключевых приемов вольной борьбы (дополнены по сравнению с предыдущим этапом); проведена их видеозапись от 1го лица с использованием камеры 180° и одновременно с этим – от 3го лица с помощью обычной камеры на штативе; записанные от 1го лица видеоролики адаптированы под систему виртуальной реальности HTC Vive Pro Eye; видеоролики от 3го лица предъявлялись на экране монитора; видеоролики и от 1го и от 3го лица были дополнены специальными задачами по выбору из трех вариантов контратакующих действий; проведено изучение особенностей мысленных образов при представлении конкретных приемов.

Полученные результаты показали большую эффективность методики по предъявлению стимульного материала от 1го лица. Кроме того, были выявлены особенности мысленных образов у испытуемых с разным стажем и эффективностью. В частности, показано, что испытуемые, показавшие высокие результаты, но имеющие сравнительно небольшой стаж чаще представляют навыки от 3го лица и описывают их визуальными характеристиками, внешними формами, практически никогда не используют мышечные ощущения. При увеличении уровня мастерства уже чаще отмечается представление образов от 1го лица, оценка эффективность представления образов чаще характеризуется мышечными ощущениями. Также чаще проявляется способность контролировать навык, например,

изменять хронометрические показатели (делать паузу в конкретный момент представления навыка).

Таким образом, можно сделать предположение о том, что на начальных этапах освоения приемов вольной борьбы более эффективным будут методики, предполагающие отработку навыков от 3го лица (в нашем случае – предъявление приемов на экране монитора). По мере увеличения уровня мастерства более эффективными будут методики, ориентированные на отработку навыков от 1го лица (в нашем случае – использование виртуальной реальности для предъявления приемов от 1го лица).

3.4. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности в биатлоне

3.4.1. Ключевые аспекты подготовки биатлонистов

Биатлон - олимпийский вид спорта, набирающий с каждым годом все большую популярность во всем мире. Уникальностью биатлона является сочетание лыжных гонок и стрельбы из винтовки, что требует значительных физиологических усилий, а также тонкого моторного контроля при стрельбе после интенсивных тренировок и под психологическим давлением (Laaksonen et al., 2018). Как и в других видах спорта, в биатлоне сегодня применяются все более совершенные технологии подготовки, основанные на результатах научных исследований (Finkenzeller et al., 2016).

Для успешного выступления биатлонист должен обладать высоким уровнем как аэробных, так и анаэробных возможностей, эффективной и техникой стрельбы и стабильным постуральным балансом. Обладая в целом схожими этими характеристиками, победу одерживает тот биатлонист, который к моменту соревнований находится в наиболее оптимальном функциональном состоянии (Mikhalev et al., 2014).

Михалев и его коллеги (Mikhalev et al., 2014) в рамках обзора основных трендов зарубежных лабораторий по подготовке биатлонистов к

Олимпийским играм в Сочи отметили, что до Олимпиады основное внимание уделялось увеличению скорости, изменению техники с акцентом на большую работу верхней части тела спортсменов, а также повышению точности стрельбы в условиях высокой интенсивности. По мере приближения к 2014 году основные тенденции в подготовке биатлонистов сместились в сторону технических аспектов, а также физиологических и биомеханических характеристик. Авторы исследования подчеркивают: «В гонке мышцы как верхних, так и нижних конечностей должны генерировать высокие силу и мощность, а также обладать развитой капиллярной сетью и большим количеством митохондрий. Именно эти факторы оказывают существенное влияние на результативность спортсменов» (Mikhalev et al., 2014).

Важное значение для высоких результатов в лыжных гонках и в биатлоне имеют такие параметры, как высокий лактатный порог и общая механическая эффективность в сочетании с выраженной аэробной способностью (Laaksonen et al., 2018). Также важное влияние на результаты в биатлоне оказывают скорость и точность стрельбы, а также от ряд других факторов, таких как раскачивание тела, устойчивость винтовки и поведение при спуске.

Предшествующая стрельбе физическая нагрузка, несомненно, изменяет психофизиологические процессы, связанные со сложной задачей прицеливания, которая предполагает значительную активацию организма, а также предъявляет высокие требования к концентрации внимания.

Во время лыжной гонки частота сердечных сокращений (ЧСС) составляет примерно 90% от максимальной ЧСС (HRmax), немного снижаясь по мере приближения к стрелковому рубежу и уменьшаясь до примерно 70% и 60% от ЧСС при стрельбе из положений лежа и стоя соответственно (Hoffman, Street, 1992).

На эти средние показатели накладываются различные внешние факторы, такие как место проведения соревнований и погода. Так, время гонки увеличивается на 2% при увеличении высоты над уровнем моря на 1000 м, на 5% при увеличении уклона на 1%, на 1-2% при увеличении скорости ветра на

1 м/с и на 2-4% при переходе с плотного снега на более мягкий (Skattebo Losnegard, 2018). Увеличение средней скорости может быть частично связано с изменением режима тренировок (Losnegard et al., 2011; Sandbakk et al., 2011, 2013; Rønnestad et al., 2016), а также с усовершенствованием лыж и парафинов, а также с подготовкой трассы/снега и лыж. Увеличение скорости передвижения на лыжах может также изменить физиологические и биомеханические требования к эффективному передвижению на лыжах в биатлоне, и этот вопрос требует отдельного изучения. К примеру, Luchsinger и др. (Luchsinger et al., 2018) недавно показали, что примерно 60% общего результата в спринтерских соревнованиях по биатлону определяется скоростью лыж. Однако в индивидуальных соревнованиях, где каждый промах приводит к штрафу в 1 мин, стрелковые качества, вероятно, более важны.

Таким образом мы видим, что на успех в биатлоне влияет множество самых разнообразных факторов. Целью настоящего обзора является рассмотрение и анализ психофизиологических и биомеханических факторов, влияющих на результативность в биатлоне.

3.4.2. Изучение стойки и равновесия спортсменов

Статический баланс оказывает существенное влияние на спортивные результаты, а также на снижение риска получения травмы. Постуральный баланс в биатлоне также является одним из ключевых факторов, влияющих на результативность спортсменов. При оценке постурального контроля обычно регистрируется давление на центр стопы (ДЦС, *англ.* center-of-pressure, COP). Поскольку измерения ДЦС являются крайне нерегулярными и нестационарными, для анализа смещения ДЦС, как правило, используют нелинейные детерминированные методы, такие, к примеру, как энтропия (Michalska et al., 2022).

В ряде работ было показано, что спортсмены значимо лучше держат статический баланс и равновесие по сравнению с не спортсменами, особенно

при усложнении задачи, например, при изменении уровня наклона специализированной платформы (стабилометрии) (Thompson et al., 2017; Sadowska et al., 2019). Кроме того, спортсмены менее зависимы от зрения при поддержке постурального баланса (Sadowska, Sacewicz, et al., 2019).

В работе Михалска с коллегами (Michalska et al., 2022) исследовалось воздействие тренировок по биатлону на специфические изменения в постуральном балансе с использованием стабилометрии. Результаты показали, что биатлонисты демонстрировали более низкие значения энтропии при прицеливании, что свидетельствует о использовании более регулярных движений и стратегий управления моторикой. Это может быть связано с более эффективной стратегией сохранения равновесия во время стрельбы и прицеливания (Michalska et al., 2022).

Стрельба в биатлоне представляет собой очень сложную двигательную деятельность, требующую хорошей устойчивости в позе и быстрого выполнения двигательной задачи. Однако навыки, необходимые для стрельбы лежа и стоя, не одинаковы (Groslambert et al., 2007). В стрельбе лежа устойчивость винтовки повышается за счет использования стрелкового ремня. Для выполнения стрельбы в положении лежа требуется способность к дискриминации (т.е. к различению идеального и приблизительного прицеливания) и тонкий моторный контроль (т.е. к выполнению действия без движения руки или кисти) (Groslambert et al., 2007).

В стрельбе стоя стабильность системы "тело - винтовка" является важной переменной, характеризующей как элитных стрелков (Era et al., 1996; Lakie, 2010), так и элитных биатлонистов (Niinimaa, McAvoy, 1983). По данным некоторых авторов отмечается, что стратегии прицеливания у стрелков и у биатлонистов значительно различаются (Larue et al., 1989). Стрелки пытаются контролировать раскачивание тела и винтовки, в то время как биатлонисты используют стратегии предвосхищения совпадений. Оказалось, что среднее время между наведением на мишень и выстрелом составляет всего 200 мс у элитных биатлонистов при стрельбе стоя. Поэтому

считается, что для выполнения стрельбы из положения стоя требуется тонкий постуральный контроль в сочетании с коротким временем зрительной реакции. Ранее было показано, что интенсивная физическая нагрузка негативно сказывается как на стабильности удержания винтовки (чего не происходит при стрельбе из положения лежа) (Hoffman et al., 1992), так и на времени простой зрительно-моторной реакции (Malomsoki Szmodis, 1970).

Niinimaa McAvoy (Niinimaa, McAvoy, 1983) исследовали устойчивость биатлонистов разного уровня и группы контроля при стрельбе стоя в покое и после имитации лыжных гонок. Результаты показали, что раскачивание тела было больше при прицеливании, чем при простом стоянии, и больше после тренировки, чем в покое. Профессиональные спортсмены раскачивались меньше, чем новички. Переднезаднее движение вносило больший вклад в раскачивание, чем боковое, но боковое движение увеличивалось при прицеливании и после тренировки.

Sattlecker et al. (Sattlecker et al., 2014) исследовали постуральный баланс, устойчивость винтовки и результативность стрельбы у биатлонистов разного уровня мастерства (Кубок мира, Кубок Европы, юношеская команда) без физической нагрузки. Измерения проводились системами VICON и PEDAR перед выстрелом. У спортсменов Кубка мира и Европы наблюдалось меньшее раскачивание тела и винтовки в поперечном направлении по сравнению с юношеской командой. Постуральный баланс и устойчивость оружия в поперечном направлении отрицательно коррелировали с результативностью стрельбы. Данные показывают важность баланса тела и раскачивания винтовки в поперечном направлении для успешной стрельбы стоя в биатлоне.

3.4.3. Факторы, влияющие на тремор при стрельбе у биатлонистов

Стрельба является навыком, на который могут влиять такие факторы, как дульный взрыв и отдача, а также аспекты, связанные с прицеливанием, включая перевод ствола и его вращение. Следует отметить, что перевод ствола менее критичен, поскольку мишень диаметром 5 см позволяет вертикальное

или горизонтальное смещение ствола на 5 см независимо от расстояния до нее. В то же время к вращению предъявляются значительно более строгие требования: если мишень диаметром 5 см находится на расстоянии 10 м, то отклонение ствола всего на 0,3 градуса может привести к промаху.

Поза стрелка также играет важную роль: стрельба из винтовки лежа более стабильна, чем из положения стоя. Винтовка имеет большую массу и момент инерции, что делает ее менее подверженной двигательным шумам мышц. Важно учитывать эти аспекты для достижения стабильности при стрельбе.

Вопрос о том, сколько времени необходимо для точного прицеливания, был изучен в работе (Goonetilleke et al., 2009). Авторы показали, что у стрелков-экспертов достаточным временем для прицеливания является примерно 2 с. Результаты также показали, что различия, возникающие при разном уровне опыта, связаны с постуральным балансом и устойчивостью, а не с прицеливанием или когнитивным компонентом задачи.

На эффективность стрельбы, несомненно, важное значение оказывает тремор. Следовательно, факторы, влияющие на величину тремора, должны влиять на эффективность стрельбы. Имеются некоторые данные в пользу механических, рефлекторных и центральных механизмов возникновения тремора, и вполне вероятно, что все они в той или иной степени могут вносить свой вклад (Lakie et al., 1986; McAuley et al., 2000; Durbaba et al., 2005). Как правило ученые сходятся во мнении, что тремор не поддается волевому контролю.

Причина изменения величины тремора может быть нейрогенной или миогенной. Например, известно, что алкоголь уменьшает размер эссенциального тремора и физиологического тремора (Growdon et al., 1975; Landauer, 1981; Lakie, Frymann, et al., 1994).

Снижение температуры конечности, к примеру, путем погружения ее в прохладную воду благодаря миогенному действию, также уменьшает тремор мышц. Прямо противоположные эффекты наблюдаются при согревании

конечностей, которое обладает выраженным треморогенным действием (Lakie, Walsh, et al., 1994; Lakie, 2010), а также при действии β2-агонистов, таких как адреналин (Marsden Meadows, 1970). Вероятно поэтому физическая нагрузка приводит к увеличению тремора. Треморогенный эффект β-агонистов, как правило, наблюдается не сразу, примерно через 5-10 минут после достижения пика концентрации препарата в кровотоке (Lakie et al., 2003). Локальная физическая нагрузка, вызывающая ишемию конечности, приводит к снижению тремора, в то время как динамические нагрузки с сохранением перфузии могут усилить его. Утомляющая физическая нагрузка на конечности может также вызвать специфическое усиление тремора. Поэтому люди, желающие выполнить тонкую работу, избегают тяжелых физических нагрузок в течение суток или около того (Furness et al., 1977).

Лаки и коллеги (Lakie et al., 1995) провели эксперимент с шестью неквалифицированными стрелками из пневматического пистолета, используя охлаждение и нагревание предплечья для изменения величины тремора. Результаты показали, что охлаждение улучшало группировку выстрелов, а нагрев ухудшал. Это сильно коррелировано с величиной тремора ($r = 0,776$). Наблюдалось также небольшое влияние на количество баллов, где испытуемые с охлаждением набрали 133 балла, с контролем - 126 баллов, а с нагревом - только 101 балл.

В других исследованиях, к примеру (Tikuisis, Eyolfson, et al., 2002; Tikuisis, Mclellan, et al., 2002), в которых менялась температура именно окружающей среды, не было обнаружено такого же явного влияния температуры на результаты стрельбы, как в исследовании Lakie et al. (Lakie et al., 1995). Предполагается, что изменение температуры окружающей среды может негативно сказываться на сенсорной деятельности и центральных процессах. В исследовании Lakie et al. (Lakie et al., 1995) изменение температуры ограничивалось только предплечьем, минимизируя воздействие на другие части тела.

Еще одним фактором, влияющим на величину тремора, является активность сердца и, в определенной мере, дыхательные движения. В расслабленном состоянии у человека присутствует компонент физиологического тремора, связанный с сердцебиением (Žák, Ondráček, 2021). Каждый удар сердца вызывает преходящее колебание конечности, предположительно на ее резонансной частоте. Его величина, вероятно, составляет всего 2-10% от общего постурального тремора (Marsden et al., 1969).

Исследование, проведенное Michalska и коллегами (Michalska et al., 2022), фокусируется на постуральном контроле у биатлонистов. Участниками стали восемь национальных биатлонистов, 15 опытных стрелков и 15 новичков. Используя платформу для измерения силы давления (COP), ученые оценивали баланс в различных условиях. Результаты показали, что биатлонисты имеют более низкие значения энтропии образца во время стрельбы и прицеливания, что свидетельствует о более стабильном постуральном контроле по сравнению с другими группами. Также было отмечено, что как у опытных стрелков, так и у контрольной группы, энтропия была выше при выполнении задач со стрельбой по сравнению с тихим стоянием. Это указывает на то, что специфические тренировки по балансировке помогают справляться с более сложными задачами, а биатлонисты применяют уникальную стратегию моторного контроля для поддержания равновесия.

Исследование Sadowska и соавторов (Sadowska et al., 2020) анализирует постуральный баланс у 11 биатлонистов и 12 физически активных неспортсменов в различных условиях. Результаты показали, что биатлонисты демонстрируют большую стабильность и меньшие колебания тела по сравнению с неспортсменами. Обувь не оказала значительного влияния на параметры постурального баланса, однако закрытие глаз привело к увеличению колебаний как у биатлонистов, так и у неспортсменов, подчеркивая важность визуальной информации для контроля равновесия. В

стойке для стрельбы у биатлонистов наблюдались большие колебания тела в поперечном направлении по сравнению с направлением стрельбы.

Оба исследования подчеркивают значимость постурального контроля и специфических тренировок для биатлонистов. Различия в стабильности и стратегии моторного контроля между биатлонистами и неспортсменами указывают на необходимость целенаправленных тренировок для улучшения баланса и координации в условиях, требующих высокой концентрации и точности, таких как стрельба в биатлоне.

В последние годы внимание исследователей все больше сосредоточивается на аспектах, влияющих на эффективность стрельбы в биатлоне, особенно в условиях физической нагрузки. В этом контексте работа Sadowska, Krzepota и Klusiewicz (Sadowska, Krzepota, Klusiewicz, 2019) представляет собой важное исследование, посвященное влиянию максимальной специфической физической нагрузки на постуральный баланс и устойчивость винтовки у биатлонистов в положении стрельбы стоя. В исследовании приняли участие 10 юных элитных биатлонистов, и для измерений использовались высокотехнологичные системы Vicon и силовая платформа AMTI. Исследование показало, что максимальная физическая нагрузка значительно влияет на характеристики постурального баланса и устойчивость винтовки как в состоянии покоя, так и через 1 и 5 минут после нагрузки, выполненной на лыжном велоэргометре до полного истощения.

Результаты продемонстрировали, что изменения в постуральном балансе и устойчивости винтовки сохраняются более 5 минут после нагрузки. При этом было отмечено более выраженное раскачивание винтовки в вертикальном направлении по сравнению с поперечным. Также было установлено, что нарушение постурального баланса в направлении линии стрельбы значительно превышает аналогичные показатели в поперечном направлении. Более того, была выявлена сильная корреляция между постуральным балансом и стабильностью винтовки, что подчеркивает важность координации этих факторов во время прицеливания. Таким образом,

увеличение постурального раскачивания приводит к большему раскачиванию и снижению устойчивости винтовки.

Другим важным аспектом является анализ кинематики стрельбы элитных биатлонистов, проведенный Ивановым и соавторами (2022). Целью этого исследования было выявление типичных ошибок в технике стрельбы и предоставление рекомендаций для их устранения. В исследовании участвовали 16 элитных биатлонистов в возрасте от 16 до 23 лет, которые были разделены на группы Мастеров спорта и спортсменов 1 разряда. Используя современное оборудование, включая систему Qualisys и платформу AMTI, исследователи смогли оценить кинематику стрельбы и выявить такие ошибки, как чрезмерное давление на приклад, нарушения при остановке винтовки и отклонения от оптимальных скоростей прицеливания.

Таким образом, успех в биатлоне зависит от комплекса физиологических, технических и психологических факторов, которые необходимо учитывать при подготовке спортсменов к соревнованиям.

3.4.4. Моделирование навыков стрельбы в биатлоне у спортсменов разного уровня мастерства с использованием технологий виртуальной реальности

В исследовании использовалась виртуальная среда VR-Biathlon, моделирующая ситуации пробежки на лыжах и стрельбы в классическом биатлоне из положения стоя. Подробное описание виртуальной среды ВР-Биатлон, а также технические характеристики представлены в статье (Ганичева и др., 2024; Gasanov et al., 2025; Polikanova et al., 2025).

Данная виртуальная среда разработана на платформе Unity 3D и включает 2 этапа: 1) прохождение пробежки на лыжах в ВР, 2) стрельбу. Испытуемые выполняли стрельбу по виртуальным мишеням, при этом визуализация в ВР полностью имитировала биатлонное стрельбище (Рис. 3.20). На рисунке 3.21 представлены примеры вида испытуемых.



Рисунок 3.20 – Имитация в виртуальной среде стрельбы по биатлонным мишеням (вид со стороны испытуемого)



Рисунок 3.21 – Вид испытуемых во время выполнения стрельбы (слева и по центру), Расположение курка и пусковой кнопки на экспериментальной винтовке (справа)

Участник имел восемь патронов для пяти мишеней и возможность пристреляться (рисунок 3.22). ВР-среда позволяла изменять дистанцию до мишеней, которая в биатлоне составляет 50 метров. Однако из-за ограничений некоторых шлемов и для тренировки новичков было решено на первых этапах уменьшить дистанцию до 20-30 метров.



Рисунок 3.22 – Расширенный интерфейс оператора

Система трекинга винтовки

Ключевым элементом системы ВР стала система трекинга, которая осуществлялась с использованием системы Antilatency (Antilatency). На рисунке 3.23 представлен пример расположения датчиков Antilatency на теле испытуемых. Это оборудование включает в себя набор камер, которые устанавливаются на пол или потолок и фиксируются с помощью конструкции из резинового покрытия, а также трекеры, которые эти камеры отслеживают. Модуль «Extension» предоставляет возможность подключения внешней кнопки для сигнала о выстреле (Gasanov et al., 2025).

В рамках исследования регистрировались в положении стоя координаты точек прицеливания на плоскости мишеней, положение и поворот винтовки, после чего строились графики: зависимости скорости перемещения винтовки от времени, зависимости скорости поворота винтовки от времени, траектории регистрации координат точек прицеливания на плоскости мишеней.

В ходе пилотного исследования приняли участие 6 испытуемых (average age = 28, SD=7), в том числе три биатлониста (2 из них имели квалификации мастер спорта и 1 – кандидат в мастера спорта); 1 мастер спорта по спортивной аэробике; 2 испытуемых не имели спортивных разрядов.

По полученным данным была произведена визуализация данных в виде графиков: а) зависимости скорости перемещения винтовки от времени, б)

зависимости скорости поворота винтовки от времени, в) траектории координат точек прицеливания на плоскости мишеней – в целях определения наиболее заметных тенденций, отличающих профессионалов от новичков.

Во время эксперимента с испытуемого записываются данные, включающие в себя положение винтовки в пространстве, скорости ее перемещения и поворота, точка пересечения линии прицеливания с плоскостью мишеней в координатах мишеней. Датчики системы оптического трекинга Antilatency позволили также проводить отслеживание позы – на испытуемом закреплялось пять датчиков – по два на руках и на ногах и один на спине. Шестой датчик находился на винтовке, также обеспечивая ее синхронное отображение в виртуальном пространстве и получения сигнала на выстрел при нажатии спускового крючка.

На рисунках 3.23 – 3.26 представлены графики зависимости скорости перемещения от времени и графики зависимости скорости поворота винтовки от времени у разных испытуемых.

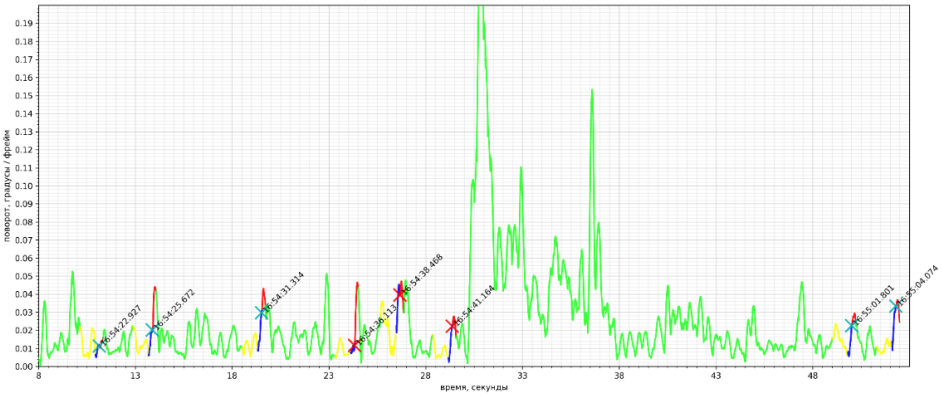


Рисунок 3.23 – График зависимости скорости перемещения винтовки от времени, мастер спорта по аэробике, 20 метров

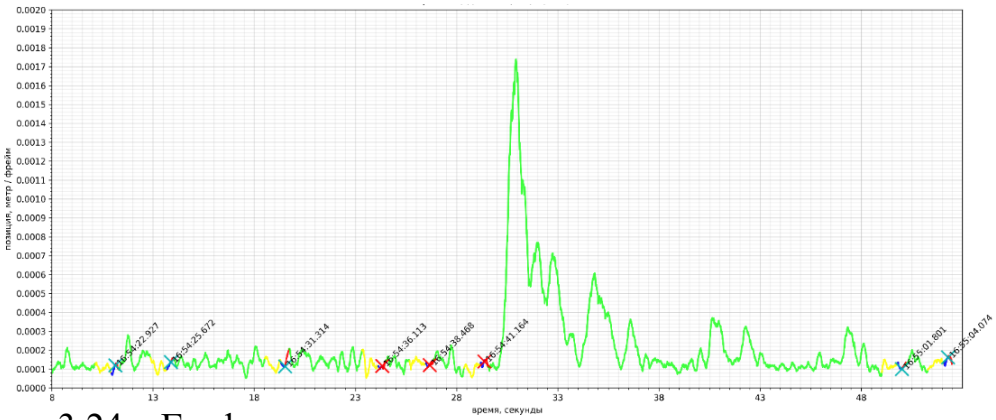


Рисунок 3.24 – График зависимости скорости поворота винтовки от времени, мастер спорта по аэробике, 20 метров

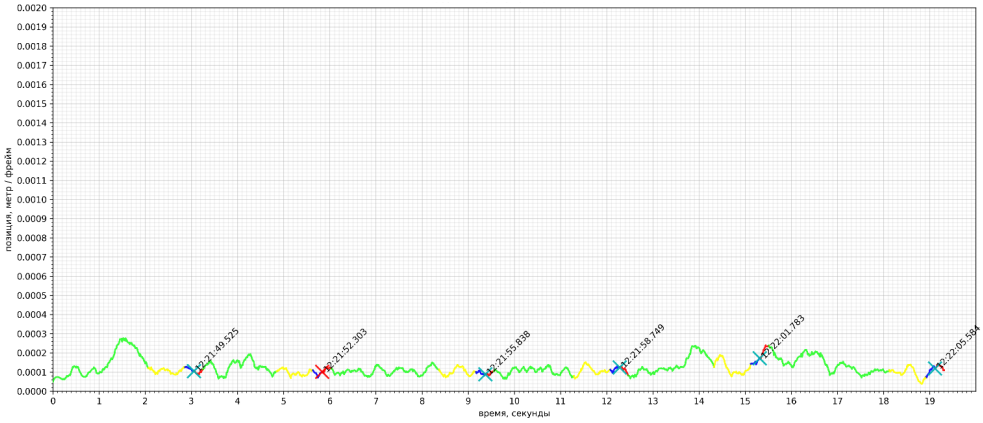


Рисунок 3.25 – График зависимости скорости перемещения винтовки от времени для КМС в биатлоне, 20 метров

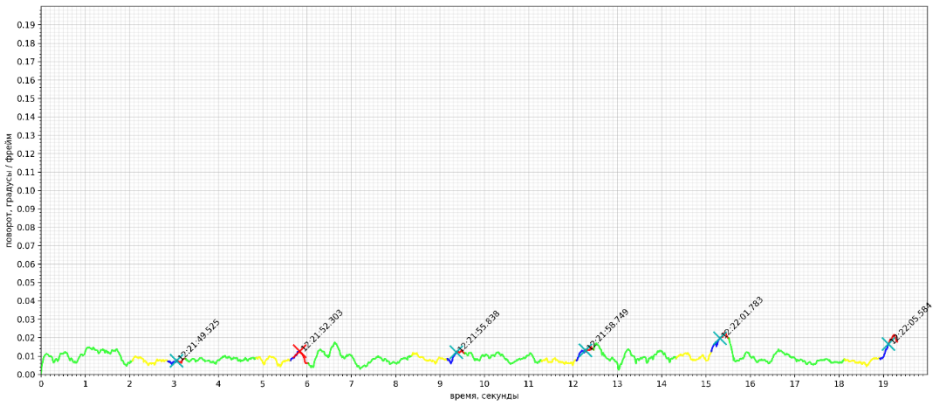


Рисунок 3.26 – График зависимости скорости поворота винтовки от времени для КМС в биатлоне, 20 метров

Желтым цветом обозначается временной промежуток в 1 - 0.2 секунды до выстрела, синим цветом показывается момент выстрела – 0.2 секунды до выстрела, красным – 0.2 секунды после выстрела, зеленым – все остальное время. Красные крестики – промахи, бирюзовые – попадания. Рядом с крестиком подписывается время выстрела с точностью до миллисекунд.

На графиках скорости перемещения и поворота винтовки (рис. 3.23 – 3.26) видно, что стабильность удержания прицела увеличивается непосредственно перед выстрелом, при этом при нажатии спускового крючка винтовка может резко дернуться.

На аналогичном графике стрельбы у кандидата в мастера спорта по биатлону, мы видим, что снижается не только общая скорость перемещения и поворота, что говорит о более стабильной фиксации на цели, но также не

происходит рывков в момент выстрела, стабильность скоростей намного выше, чем у не биатлониста.

На рисунке 3.27 представлены траектории регистрации координат точек прицеливания на плоскости мишеней. По графикам мы видим, что у профессионального биатлониста точка прицеливания может не выходить или почти не выходить за пределы зоны поражения по горизонтали.

У испытуемых, не являющихся профессиональными биатлонистами, точка прицеливания значительно чаще оказывается не в зоне поражения, удержание прицеливания составляет заметно большую сложность. Также выстрелы имеют различные промежутки, присутствуют заметные перерывы в стрельбе.

Координаты X и Y были также спроецированы на изображение мишеней (Рис. 3.27), построена линия траектории, разделенная на несколько временных промежутков, аналогично рисункам 3.27 – 3.28.

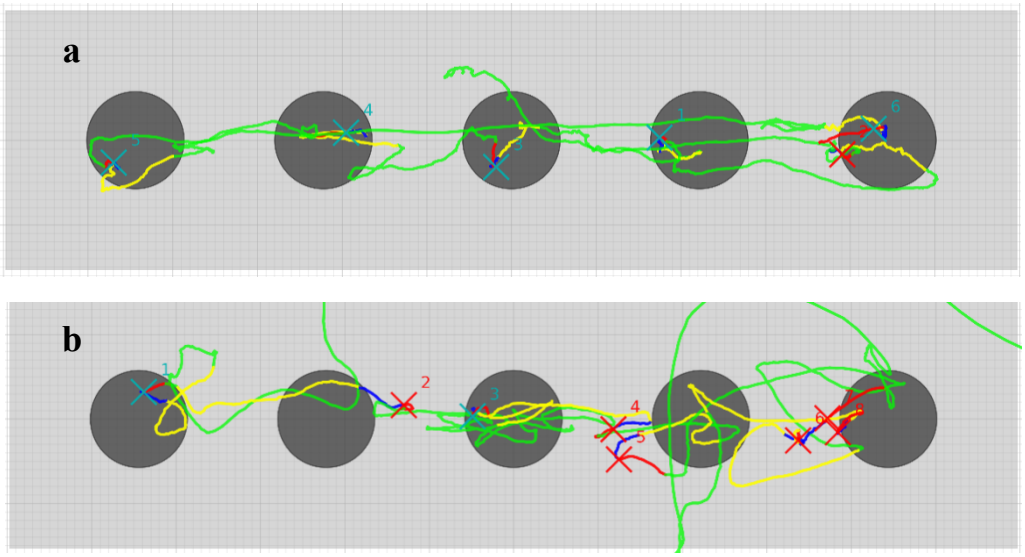
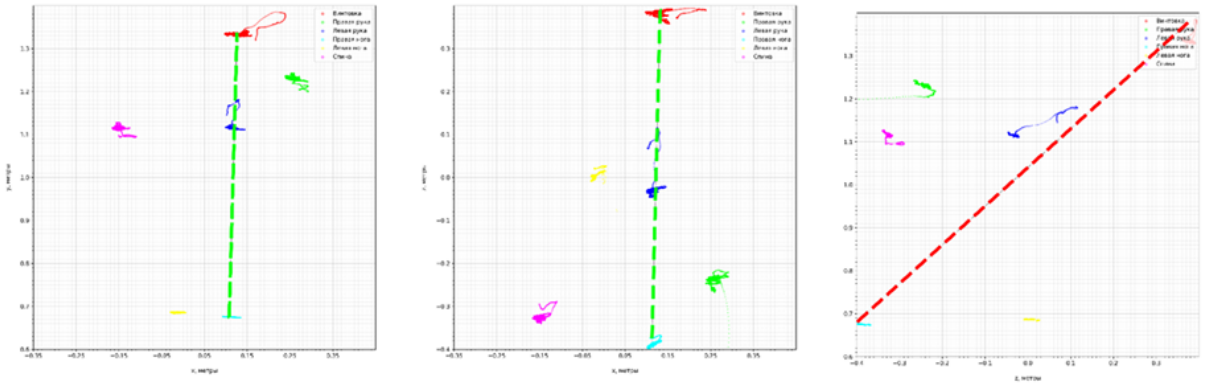


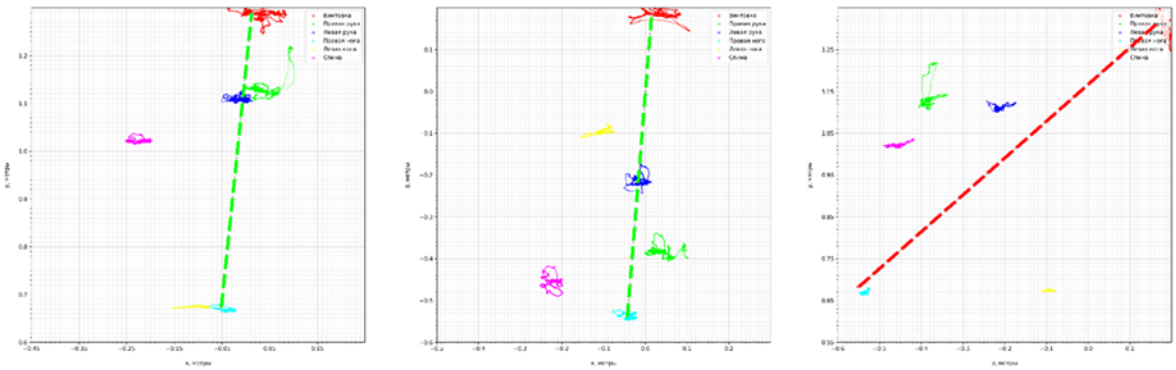
Рисунок 3.27 – Траектория координат точек прицеливания на плоскости мишеней: (a) КМС по биатлону, расстояние 20 метров; (b) испытуемый без спортивных разрядов.

Примечания: Желтым цветом обозначается временной промежуток в 1 - 0.2 секунды до выстрела, синим цветом показывается момент выстрела – 0.2 секунды до выстрела, красным – 0.2 секунды после выстрела, зеленым – все остальное время. Красные крестики – промахи, бирюзовые – попадания. Рядом с крестиком подписывается время выстрела с точностью до миллисекунд.

На основе данных трекеров Antilatency был построен график рассеяния для каждого трекера в единой координатной плоскости. Исследование стойки биатлониста во время стрельбы требует большой дальнейшей работы, однако интересным видится то, что на ряде стрельб профессиональных спортсменов в двух из трех плоскостей вырисовывается четкая линия «правая нога – левая рука – винтовка». Графики представлены по трем плоскостям – XY, XZ и YZ, где X направлен вправо относительно спортсмена, Y – вверх, Z – вперед (Рис. 3.28-3.29).



Испытуемый Н.



Испытуемый П.

Рисунок 3.28 – График положения трекеров в разных координатных плоскостях у мастеров спорта по биатлону (испытуемый Н. и П.), представлены по 2 записи

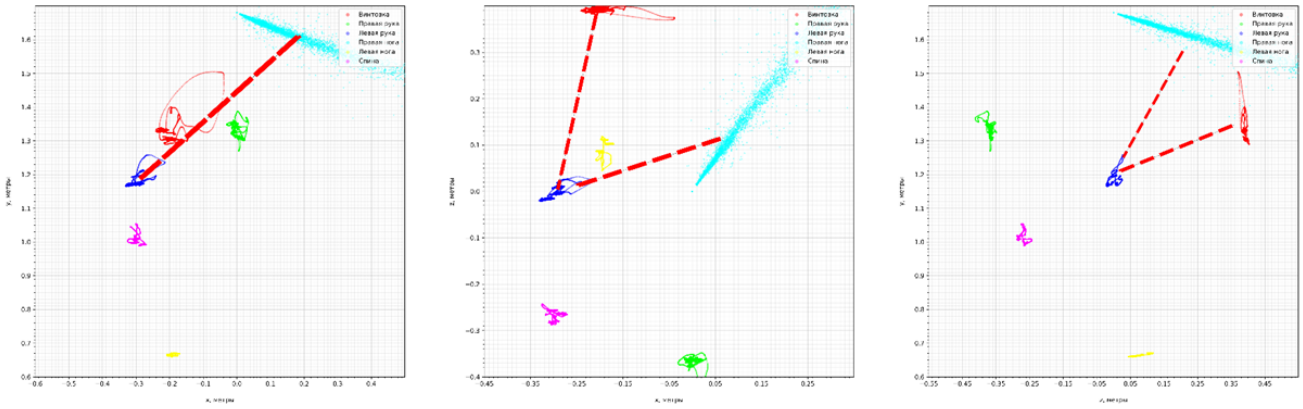


Рисунок 3.29 – График положения трекеров в трех координатных плоскостях у испытуемого без спортивных разрядов

Профессиональные биатлонисты демонстрируют значительно большую стабильность прицеливания по сравнению с не биатлонистами, что проявляется в большей плавности при нажатии на спусковой крючок и более равномерной скорости перемещения и поворота винтовки; их траектории прицеливания показывают, что они удерживают точку прицеливания в пределах зоны мишени, в то время как у испытуемых без спортивных разрядов эта точка чаще выходит за пределы, что указывает на сложность удержания прицела. У не биатлонистов наблюдаются заметные перерывы между выстрелами, свидетельствующие о недостаточной подготовленности, а графики рассеяния подтверждают четкую координацию между движениями правой ноги, левой руки и винтовки у профессиональных спортсменов, что является ключевым фактором для достижения высокой точности стрельбы.

Полученные результаты соответствуют литературным данным, в частности, исследованиям, в которых показано, что биатлонисты, также как и спортсмены в целом лучше держат статический баланс и равновесие по сравнению с не спортсменами (Sattlecker et al., 2014; Thompson et al., 2017; Sadowska et al., 2019; Sadowska et al., 2020; Michalska et al., 2022).

В нашем исследовании мы подтвердили выводы, представленные в различных работах, касающиеся важности стабильности системы "тело -

винтовка" в стрельбе стоя у профессионалов (Niinimaa, McAvoy, 1983; Era et al., 1996; Lakie, 2010; Sattlecker et al., 2014).

Полученные результаты графиков рассеяния для каждого из трекеров системы Antilatancy показали, что элитные биатлонисты отличаются стабильностью системы «тело – винтовка» в стрельбе стоя, которая проявляется в четкой линии, проходящей через «правую ногу – левую руку – винтовку», что дополняет существующие данные.

Таким образом, успех в биатлоне зависит от комплекса физиологических, технических и психологических факторов, которые необходимо учитывать при подготовке спортсменов к соревнованиям. В рамках пилотного исследования с использованием технологий виртуальной реальности для апробации их в качестве тренировочного инструмента для стрельбы в биатлоне показала адекватность данного инструмента и согласованность с уже имеющимися литературными данными.

Полученные результаты по графикам зависимости скорости перемещения винтовки от времени, а также зависимости скорости поворота винтовки от времени подтверждают выводы предыдущих работ о важности стабильности системы "тело - винтовка" для успешной стрельбы в биатлоне, где элитные спортсмены демонстрируют лучшие показатели постурального баланса и меньшую раскачиваемость по сравнению с новичками.

Анализ графиков рассеяния трекеров системы Antilatancy показал четкую связь между положением конечностей и винтовки, что подчеркивает значимость тонкого постурального контроля и быстроты реакции.

Несмотря на полученные результаты, исследование стойки и техники стрельбы биатлонистов требует дальнейшей работы для более глубокого понимания механики стрельбы и оптимизации тренировочного процесса.

3.5. Разработка VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности в гандболе

Гандбол является олимпийским видом спорта, характеризующимся высокой интенсивностью, постоянным чередованием атакующих и оборонительных действий и сложной структурой игровой деятельности. Основная цель игры — поражение ворот соперника, что достигается за счет слаженных индивидуальных и командных усилий. Игроки выполняют короткие скоростные перемещения, резкие смены направления, силовые единоборства, броски, передачи и блоки, что предъявляет комплексные требования к их подготовленности (Wagner et al., 2014). Высокая вариативность интенсивности нагрузки на протяжении матча (2×30 минут) делает исключительно важным развитие специальной выносливости для поддержания эффективности на всех этапах игры (Michalsik et al., 2012; Povoas et al., 2012).

Эффективность в гандболе определяется широким спектром взаимосвязанных факторов. Исследователи выделяют несколько ключевых групп детерминант, формирующих индивидуальную и командную производительность (Wagner et al., 2014):

- физические и координационные качества, которые включают в себя специфическую технику броска (с учетом проксимально-дистальной последовательности активации мышечных групп), прыжковую подготовку, стартовую скорость и способность к быстрой смене направления движения (ловкость);

- силовые возможности и морфологические характеристики, включающие мышечную силу и мощность верхних и нижних конечностей напрямую коррелирующую со скоростью броска. Антропометрические показатели (рост, масса тела, состав тела) также оказывают значительное влияние на эффективность в бросках и силовых единоборствах и варьируются в зависимости от игровой позиции;

- выносливость: для элитных гандболистов характерны показатели максимального потребления кислорода (VO_2max) на уровне 55–60 мл/кг/мин и высокие пиковые концентрации лактата в крови, что отражает способность выполнять высокоинтенсивную работу на протяжении всей игры.

Помимо перечисленных выше физико-технических аспектов, современные исследования все больше внимания в последнее время уделяется психологическим факторам (Michalsik et al., 2015). В частности, когнитивные навыки, такие как избирательное внимание, скорость и точность принятия решений, концентрация и устойчивость к стрессу, признаются критически важными для успешной деятельности в условиях дефицита времени и давления со стороны соперника (Kiss Balogh, 2019). Доказано, что эти навыки дифференцированы в зависимости от игровой позиции. Например, вратари демонстрируют уникальный когнитивный профиль с высокой реактивностью, но с более низкими показателями внимания, кратковременной памяти, а также низкой помехоустойчивостью, в то время как разыгрывающие отличаются высокой скоростью обработки информации (Blecharz et al., 2022). Кроме того, отмечается важность таких социально-психологических факторов, как групповая сплоченность (как task-oriented, так и social), лидерство, ясность ролей в команде и мотивационный климат, вносят значительный вклад в командную динамику и общий успех (Kleinert et al., 2012; Wagner et al., 2014).

Гандбол характеризуется высокодинамичной средой, где успешность игровой деятельности, особенно в амплуа вратаря, напрямую зависит от способности к быстрой и точной обработке сенсорной информации и ее преобразованию в эффективные двигательные действия. В гандболе на площадке одновременно находятся две команды по семь игроков в каждой: вратарь, плеймейкер, левый/правый защитник, левый/правый вингер и опорный игрок. Вратарь - это последняя линия обороны, а также первая линия нападения. Поскольку мяч летит к воротам с очень высокой скоростью (около 115 км/ч), ему редко удается его поймать. Обычно он защищает ворота, закрывая их своим телом, используя отработанные приемы. Таким образом,

ожидается, что вратарь будет гибким, подвижным, смелым и будет хорошо переносить боль (Silva, 2006).

Точность и быстрота являются наиболее важными аспектами скорости броска в гандболе (Vila Ferragut, 2019). В связи с этим взаимосвязь между точностью и скоростью была изучена несколькими исследователями (Etnyre, 1998; van Den Tillaar, Ettema, 2003, 2006; Garcia et al., 2013). Существует множество теоретических принципов, используемых для объяснения взаимосвязи между скоростью и точностью в исследованиях движений человека: например, закон Фиттса (Mickevičienė et al., 2008) гласит, что чем быстрее движение, тем оно менее точное. В гандболе взаимосвязь между скоростью и точностью изучалась несколькими исследователями (van Den Tillaar Ettema, 2003; Garcia et al., 2013; Nuno et al., 2016). На основе этих исследований было разработано несколько объяснений этой взаимосвязи. Van Den Tillaar, Ettema (Van Den Tillaar, Ettema, 2003) провели исследование с участием профессиональных гандболистов, в котором показали, что тип инструкции влияет на скорость броска, но не на точность. Следовательно, увеличение или уменьшение скорости не обязательно сопровождается повышением или снижением точности. Точность не снижалась на самых высоких скоростях, но и не улучшалась при значительном снижении скорости. Таким образом, эта обратная зависимость неприменима к этому сложному движению.

Похожие результаты, обнаруженные у опытных игроков, были получены позже и у новичков (van Den Tillaar, Ettema, 2006). В данной работе показало, что опытные гандболисты и новички используют одинаковый координационный паттерн при броске, хотя опытные игроки оптимизировали свою технику броска и не демонстрировали компромисса между скоростью и точностью, в то время как у новичков наблюдался компромисс между скоростью и точностью. Авторы объясняют это отсутствием у новичков оптимизированной техники броска.

Таким образом, ряд авторов приходит к выводу, что гандболисты способны поддерживать высокие скорости бросков, близкие к максимальным (80–90%), без потери точности (van Den Tillaar Ettema, 2006; Garcia et al., 2013). В связи с этим целесообразно тренироваться на высоких скоростях, поскольку их снижение не приводит к улучшению точности.

Традиционные методы тренировки и анализа данного навыка сталкиваются с ограниченной возможностью стандартизации и контроля условий, что затрудняет объективную оценку и целенаправленное развитие перцептивных способностей спортсменов (Bideau et al., 2003). Технологии виртуальной реальности открывают новые возможности благодаря возможности выделения и тренировки отдельных когнитивных подкомпонентов спортивных навыков в контролируемых экспериментальных условиях. Это, в свою очередь, способствует более точной оценке уровня мастерства спортсменов и позволяет проводить сравнительный анализ различных игроков, а также тренировать эти когнитивные подкомпоненты (Polikanova et al., 2022; Gasanov et al., 2025; Polikanova et al., 2025; Polikanova et al., 2025). ВР предоставляет исследователям контроль над виртуальной средой, позволяя манипулировать параметрами, недоступными в реальном мире (например, траекторией полета мяча или биомеханикой движения), изменять условия и сложность моделируемых задач (Zaal Bootsma, 2011; Polikanova et al., 2022; Gasanov et al., 2025; Polikanova et al., 2025; Polikanova et al., 2025).

В области разработки сред ВР существует ряд принципиальных технических и методологических задач, от решения которых зависит эффективность среды ВР. Однако эффективность применения ВР критически зависит от решения ряда методологических и технических задач. К ним относятся обеспечение чувства «присутствия» (feelings of presence in virtual reality), минимизация системных задержек, создание богатой визуальной среды и адекватной тактильной обратной связи (Leonov et al., 2020; Polikanova et al., 2022; Polikanova et al., 2024). Также одним из важнейших аспектов

является доказательство того, что поведение спортсмена в виртуальной среде адекватно отражает его поведение в реальной игре (Bideau et al., 2003, 2004; Vignais et al., 2009; Covaci et al., 2014; Petri et al., 2019).

Исследование Vignais и его коллег (Vignais et. al., 2009) наглядно показало, что вратари лучше справляются с бросками, когда им нужно не просто оценить направление удара, а действительно попытаться его отразить. Результаты показали, что точность вратарей была значительно выше, когда восприятие и действие были связаны. Это подтверждает, что для оценки и тренировки спортивных навыков важно создавать условия, которые сохраняют эту связь.

В рамках пионерских работ Bideau и его коллег (2003, 2004) по созданию сред ВР для гандбола была разработана и валидизирована высокоточная кинематическая модель броска в гандболе. Результаты показали, что двигательные реакции вратарей на виртуальные броски, сгенерированные такой моделью, статистически не отличались от реакций на броски реальных игроков, что подтвердило экологическую валидность используемой VR-методики.

В 2010 году Bolte и коллеги (Bolte er al., 2010) разработали систему виртуальной реальности для анализа и тренировки гандбольных вратарей, с целью изучения процесса принятия решений и выполнения двигательных действий в условиях ограниченного времени. Система включала два этапа тестирования: визуального стимула и детектирования реакции.

На первом этапе вратарю демонстрировали заранее записанное видео гандболиста, бросающего мяч в один из углов ворот, что моделировало реальную игровую ситуацию и вызывало реакцию вратаря. На втором этапе система анализировала движения вратаря, используя пространство перед ним, оснащенное однородным фоном.

Несмотря на доказанный потенциал ВР, вопросы оптимизации методологии ее применения для диагностики и развития специфических перцептивно-моторных навыков у спортсменов и, в частности, у гандболистов

разного уровня подготовки и амплуа требуют дальнейшего изучения. Существует потребность в разработке и апробации специализированных ВР-протоколов, которые не только были бы валидны, но и обладали высокой практической значимостью для тренировочного процесса.

Целью данного исследования является разработка и апробация виртуальной реальности как инструмента оценки перцептивно-моторных навыков гандболистов. В рамках исследования выдвинуты следующие гипотезы: 1) профессиональные гандболисты будут демонстрировать статистически значимо более высокие показатели эффективности, выражающиеся в большем количестве успешно отбитых мячей; 2) у контрольной группы, в отличие от профессиональных гандболистов, будет наблюдаться феномен компромисса между скоростью и точностью (speed-accuracy trade-off).

29 человек приняли участие в исследовании: 10 профессиональных гандболиста, включая двух вратарей (муж. - 100%, 22.1 ±1,8 года), играющих на уровне суперлиги – мастера спорта (6 человек) и кандидаты в мастера спорта (3 человека), 1 взрослый (1 человек), средний стаж занятиями гандболом 13.2±3 года; 19 человек контрольная группа (муж. - 47%, 21±1.8 лет), не имеющих опыт игры в гандбол и не являющихся спортсменами.

Все испытуемые участвовали в исследовании на добровольной основе с предварительно подписанным согласием и с предварительного одобрения Этического комитета Российского психологического общества, в соответствии с Хельсинкской декларацией.

Моделирование психомоторных функций в гандболе в среде ВР было разработано для гандболистов. Визуальные характеристики виртуальной среды точно воспроизводят параметры реальной гандбольной площадки: габариты и масса мяча, а также размеры ворот соответствуют их реальным аналогам.

Среда ВР представляет 3D пространство, в котором смоделирована гандбольная площадка (Рис. 3.30). В среде ВР моделируются перцептивно-

моторные задачи для гандболистов, с точной воспроизводимостью параметров реальной площадки: габариты и масса мяча, а также размеры ворот соответствуют их реальным аналогам. Испытуемый находится на линии ворот. Других игроков на площадке нет. За спиной испытуемого появляются виртуальные ворота. Область ворот, куда будут направлены броски мячей зависит от выбранного уровня сложности (Рис. 3.31). Интерфейс позволяет выбрать одну из загруженных конфигураций эксперимента (в данном случае – легкая, средняя или сложная). Во время бросков фиксируются данные о движениях испытуемого, включая скорость реакции рук и траекторию полета мяча, что позволяет оценить моторные функции. Испытуемый держит контроллеры, которые определяют положение его рук, и его задача – отбить как можно больше мячей (желтых), подставляя руку с контроллером. Интерфейс позволяет вводить дополнительный фактор, а именно наличие ложных стимулов – мячей другого цвета, при появлении которых необходимо затормозить реакцию и не отбивать. В текущей работе во всех трех конфигурациях предъявлялось 15% ложных мячей (красных).



Рисунок 3.30 – Пример виртуального контента среды VR-гандбол

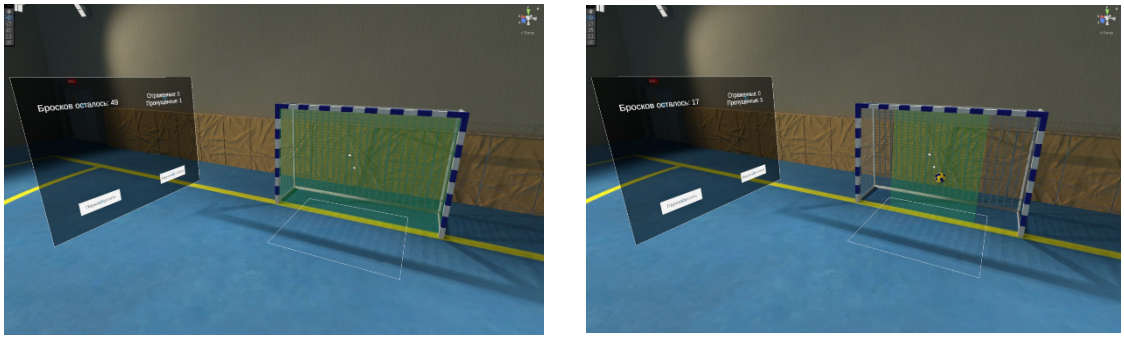


Рисунок 3.31 – Пример областей виртуальных ворот для сложной (слева) конфигурации и легкой (справа)

В процессе разработки среды ВР-гандбол основное внимание уделено точному воспроизведению реальных спортивных ситуаций. Мячи в виртуальной среде представлены с высокой степенью реалистичности, соответствующей настоящим спортивным снарядам. На виртуальной площадке отсутствуют другие игроки, однако в месте, где появляется мяч, проигрывается анимация, сигнализирующая о предстоящем броске. Позиция для броска определяется на основе реальной статистики, аналогично задается и цель броска, то есть точка «ворот», в которую направляется мяч (Pueo et al., 2023).

Разработан функционал автоматизированной сборки и загрузки конфигураций через графический интерфейс, написанный на языке Pyhton. Конфигурация представляет в себя файл формата .txt, в котором содержатся параметры эксперимента:

(1) количество бросков (стимулов);

(2) возможные скорости: задаются двумя числами, обозначающие границы области, из которой скорости с равномерным распределением выбираются при каждом следующем броске;

(3) размеры зоны появления. Задается пятью числами: максимальным углом от центра, ближней и дальней границей от ворот, минимальной и максимальной высотой. Точка вылета определяется нормальным распределением по этим параметрам для конфигурации условий, при которых в центральной зоне на среднем удалении и средней высоте вероятность появления стимула выше.

(4) размеры зоны попадания. Задается четырьмя числами: левая и правая границы ворот, а также нижняя и верхняя. Реализовано «обратное» нормальное распределение с целью увеличить число точек попадания в углах ворот и уменьшить их количество в центральной зоне;

(5) время между бросками. Имеет равномерное распределение между двумя заданными границами;

(6) время задержки перед появлением стимула. Определяет скорость анимации появления мяча. Имеет равномерное распределение между двумя заданными границами;

(7) включение и выключение ложных стимулов;

(8) частота ложных стимулов (красные мячи, которые испытуемый должен намеренно пропускать);

(9) размер мяча;

(10) физические параметры броска, такие как использование гравитации и масса;

(11) динамическое увеличение скорости стимулов по ходу эксперимента (коэффициент, который будет постепенно применяться к скорости, при значении «2» последний бросок будет иметь вдвое большую среднюю скорость чем средняя скорость первого броска).

Для удобства формирования файлов конфигурации был создан отдельный модуль в виде приложения на компьютере, которое через визуальный интерфейс создает файл конфигурации и загружает на VR-шлем, в том же приложении содержится опция скачивания данных с VR-шлема

Для пилотной апробации среды ВР были сделаны 3 программы конфигурации, различающиеся уровнем сложности: простой (easy), средний (medium) и сложный (hard) (Таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Программа конфигураций, использующаяся для апробации среды VR-гандбол

1	#Name_of_difficulty#		
	easy	**medium**	**hard**
2	#throw_area# : Допустимая область создания объекта со стимулом, 5 чисел - угол сектора кольца от центра до краёв, симметричный, в градусах, нижняя граница, верхняя граница в метрах, ближняя и дальняя граница, в метрах		
	45 1 2 6 9	45 1 2 6 9	45 1 2 6 9
3	#number_of_stimuls# : Число стимулов в эксперименте		
	20	20	20
4	#target_area# : Допустимая область попадания стимулов, 4 числа - расстояние от центра до левого и правого краев, симметричное, в метрах, нижняя граница, верхняя граница в метрах, насколько позади игрока появляется область, в метрах		
	0.5 0 2 0.5	0.7 0 2 0.5	0.8 0 2 0.5

5	#delta_t# : Задержка между генерацией нового стимула, 2 числа - нижняя и верхняя граница задержки в секундах		
	3 4	3 4	3 4
6	#delta_before_shoot#: Задержка между созданием точки броска и самим броском, 2 числа - нижняя и верхняя граница задержки в секундах		
	2 3	1.5 2	1 1.5
7	#is_false_stimuls_exists#: Есть ли ложные стимулы, которые не нужно ловить (False, True)		
	True	True	True
8	#false_stimuls_percentage#: Вероятность появления ложного стимула (в процентах от 0 до 100)		
	15	15	15
9	#stimuls_velocity#: Область возможной скорости стимулов в км/ч		
	30 40	35 50	45 55
10	#value_of_velocity_increase#: Значение увеличения скорости по ходу эксперимента - последний стимул летит в это число раз быстрее, предыдущие - ленейная интерполяция до этого значения коэффициента		
	1.1	1.1	1.1
11	#use_gravity#: Используется ли гравитация при создании траектории шарика (False, True)		
	False	False	False
12	#mass_of_stimul#: Масса шарика(стимула) в киллограммах, имеет влияние только при использовании параметра гравитации (use_gravity)		
	0.44	0.44	0.44
13	#diameter_of_stimul#: Диаметр шарика(стимула) в сантиметрах		
	17	17	17
14	#reflection_percentage# : Вероятность броска с отскакиванием от пола в процентах		
	0	0	0

Для проведения экспериментов была выбрана VR-гарнитура Pico 4 Pro. Данный VR-шлем способен работать в автономном режиме без использования компьютера для расчетов и базовых станций для трекинга, также он обладает небольшими габаритами (304 г), что делает его принципиально удобным для проведения экспериментов на спортсменах. Pico 4 регистрирует данные положения шлема и контроллеров с частотой 200 Гц и выдает изображение с частотой 90 Гц и разрешением 2160 пикселей на каждый глаз, что делает его одним из лучших мобильный VR-устройств на текущий момент. Pro-версия шлема оснащена встроенным окулографом, регистрирующим положение глаз и направление взора с частотой 90 Гц, а также имеет опцию подключения

дополнительных трекеров ног и систему вычисления положения всего тела, которую предполагается интегрировать в будущих работах.

Разработка VR-приложения велась на 3D-движке Unity (использует язык программирования C#) с использованием программного модуля Pico XR, разработанного компанией Pico – производителями используемых VR-шлемов для наиболее удобной работы и использования всего функционала данного VR-оборудования. Программа формирования файлов конфигурации представляет из себя скрипт на языке Python, собранный в отдельное приложение, графический интерфейс создан при помощи открытой библиотеки Tkinter.

VR-приложение в процессе эксперимента записывает комплекс данных о действиях испытуемого, которые хранятся во внутренней памяти VR-шлема, пока не будут скачаны с него на компьютер при помощи программы формирования конфигураций (также возможно скачивание данных вручную). Среди «сырых» регистрируемых данных – положение головы и двух рук испытуемого каждый кадр (с частотой 90 Гц), положение глаз и направление взора (90 Гц), данные по каждому стимулу (начальные параметры каждого конкретного мяча – если скорость в конфигурации была указана как от 35 до 50 км/ч, то в соответствующем файле будет сохранено точное значение, например, 44 км/ч), положение стимула на каждый кадр (90 Гц). При возможности записи положения головы и рук, а также скорости обновления приложения с частотой выше 90 Гц, было, однако, принято решение синхронизировать записи с данными глаз и частотой обновления дисплея, поэтому частота кадров в приложении ограничена вышеупомянутыми 90 Гц.

Подобный формат записи представляет широкие возможности для последующей обработки, выявления характера динамики движений, сравнения групп испытуемых с различной квалификацией в гандболе, соотнесения данных окулографии и моторики, определения соотношения различными группами испытуемых использования фронтального и периферийного зрения. На данный момент проводится пилотное

исследование, которое позволит определить наиболее перспективные гипотезы касательно моторных и глазодвигательных стратегий спортсменов-гандболистов.

Сравнительный анализ проводился с использованием Jamovi 2.4.1. Поскольку тест Шапиро-Уилка на нормальность показал отсутствие нормального распределения, мы использовали непараметрический U-критерий Манна-Уитни ($\alpha = 0,05$) для сравнения группы гандболистов и контрольной группы.

В Приложении 9 представлены результаты статистического анализа, проведенного с использованием критерия U Манна-Уитни для межгруппового сравнения между группой гандболистов и контрольной группой. Анализ проводился по основным показателям: 1) эффективности отбивания мячей и 2) скорости реакции, как в целом, так и в разрезе каждой из трех программ конфигураций (легкая, средняя, сложная).

Результаты статистического анализа продемонстрировали, что профессиональные гандболисты обладают значительно более высокой эффективностью выполнения заданий в среде VR-гандбол по всем исследуемым параметрам: они демонстрируют более высокий процент успешного отбивания целевых (желтых) мячей, меньший уровень пропуска желтых мячей, а также меньшее количество пойманных ложных (красных) мячей и большее количество пропущенных ложных мячей.

Данный результат наблюдается на усредненных данных по всем трем конфигурациям сложности, а также отдельно для каждой из программ конфигураций (легкой, средней и сложной). Исключение составляет параметр «пойманные красные (ложные) мячи %» для сложной конфигурации, в котором различия между группами статистически незначимы. Тем не менее, группа гандболистов демонстрирует все же меньшие значения данного параметра (9% vs 20%).

Полученные результаты подтверждают первую гипотезу о том, что профессиональные гандболисты будут демонстрировать статистически

значимо более высокие показатели эффективности, выражающиеся в большем количестве успешно отбитых мячей.

Результаты статистического анализа скорости реакции продемонстрировали значимые различия между группами только по усредненным значениям для всех трех конфигураций сложности. Контрольная группа демонстрировала более высокую скорость реакции по сравнению с гандболистами. При анализе отдельных конфигураций (легкая, средняя и сложная) значимые различия не были выявлены. Полученные результаты свидетельствуют о наличии феномена компромисса между скоростью и точностью (speed-accuracy trade-off) у контрольной группы, но не у гандболистов (Standage, Blohm, Dorris, 2014). Данный феномен отражает фундаментальный принцип работы нашей двигательной и когнитивной систем, заключающийся в оптимальном распределении ограниченных ресурсов с учетом затрат и получаемой выгоды в каждой отдельной ситуации. Классическим примером является увеличение скорости реакции в задаче выбора (choice reaction task) с одновременным возрастанием ошибок (Rozand et al., 2015). Таким образом, у контрольной группы наблюдается классический пример феномена speed-accuracy trade-off: увеличение скорости в контрольной группе в ущерб эффективности.

В то же время у гандболистов сенсорный поиск (visual sensory functions) и процесс принятия решений, а также соответствующий когнитивный контроль развиты значительно лучше, что обеспечивает высокую эффективность выполнения задач, однако, с другой стороны, приводит к несколько сниженной скорости реакции.

Полученные нами результаты согласуются с существующими литературными данными. Исследование Garcia et al. (Garcia et al., 2013) показало, что опытные гандболисты способны выполнять броски с максимальной скоростью (более 90% от индивидуального максимума) без статистически значимой потери точности, в то время как у новичков наблюдался выраженный негативный компромисс между этими параметрами.

Также наши результаты согласуются с данными, полученными в работе van Den Tillaar Ettema (van Den Tillaar, Ettema, 2003) о том, что тип инструкции влияет на скорость броска в гандболе, но не на точность. Полученные нами результаты также показывают, что гандболисты сохраняют высокую эффективность при усложнении задачи (89% для простой задачи, 92% - для средней задачи, 84% - для сложной задачи) при одновременном увеличении скорости реагирования (302 мс для простой задачи, 272 мс – для средней, 263 мс – для сложной задачи). Это свидетельствует о том, что у экспертов моторные навыки доведены до такого уровня автоматизма, который позволяет избегать классического компромисса.

В систематическом обзоре Vila Ferragut (Vila, Ferragut, 2019) авторы подчеркивают, что для квалифицированных гандболистов тренировка бросков должна проводиться на высоких скоростях, так как это не вредит точности и способствует закреплению правильной биомеханики движений. Наши данные, полученные в контролируемой VR-среде, расширяют этот вывод, показывая, что аналогичный принцип применим не только к исполнению, но и к реакции на сложные перцептивные стимулы, требующие быстрого принятия решения.

Таким образом, гипотеза 2 о том, что у контрольной группы, в отличие от профессиональных гандболистов, будет наблюдаться феномен компромисса между скоростью и точностью (speed-accuracy trade-off) подтвердилась.

Результаты исследования подтвердили выдвинутые гипотезы. Продемонстрировано, что профессиональные гандболисты обладают значительно более развитыми перцептивно-моторными навыками, что выражается в их более высокой эффективности в VR-среде по сравнению с контрольной группой. Это преимущество проявилось в статистически значимом превосходстве по количеству успешно отбитых мячей.

Кроме того, у профессиональных спортсменов не был выявлен компромисс между скоростью и точностью (speed-accuracy trade-off), что

свидетельствует об оптимизации их перцептивно-моторных процессов. В то же время в контрольной группе данный феномен наблюдался.

Полученные данные согласуются с имеющимися литературными источниками. Таким образом, разработанная и апробированная VR-модель гандбола является валидным инструментом для формирования когнитивно-моторных компонентов операционально-смысловой структуры спортивной деятельности гандболистов.

Глава 4. Технологии виртуальной реальности в подготовке адаптивных спортсменов

4.1. Развитие и специфика адаптивного спорта

Популярность адаптивного спорта возросла за последние 50 лет, от местных лиг до Паралимпийских игр, где количество участников увеличилось с 600 в 1960 году до 4378 в 2016 году (Derman et. al., 2018). Физическая активность снижает риск заболеваний и улучшает самооценку и психическое здоровье спортсменов с ограниченными возможностями. Увеличение числа участников требует лучшего понимания травм и факторов риска, уникальных для этой группы, поскольку их травмы могут быть более серьезными.

Хотя травмы хорошо изучены у спортсменов без инвалидности, информация о людях с ограниченными возможностями ограничена. Частота травм в адаптивных видах спорта составляет от 9,45 до 12,7 на 1000 дней спортсменов; спортсмены на инвалидных колясках чаще получают травмы верхних конечностей, а амбулаторные — нижних. Уровень травматизма коррелирует с возрастом и объемом тренировок. Основными инвалидностями являются травма спинного мозга и ампутации. Большинство участников — мужчины (62-79%) (Ferrara et. al., 2000; Derman et. al., 2013; Willick et. al., 2013; Bauerfeind et. al., 2015).

Технологические достижения в оборудовании для адаптивного спорта снизили количество травм и повысили производительность. Это привело к спорам о роли технологий в спорте. Существуют 22 летних и 6 зимних видов спорта, наиболее изучаемыми из которых являются баскетбол, регби, теннис, легкая атлетика, плавание и футбол (Mason, Van Der Woude, Goosey-Tolfrey, 2013; Intemational Paralympic Committec; Morriën, Taylor, Hettinga, 2017) (Рис. 4.1).

Рассмотрим примеры популярных видов спорта для адаптивных спортсменов.



Рисунок 4.1 – некорые виды адаптивного спорта

Баскетбол на колясках — один из самых популярных адаптивных видов спорта, в котором участвуют спортсмены с различными нарушениями. Игроки классифицируются по физическим способностям от 1,0 до 4,5 баллов. В команде могут быть до 14 игроков (Yildirim, Comert, Ozengin, 2010; Patatoukas et. al., 2011).

Регби на колясках — это высокоинтенсивный контактный спорт для спортсменов с потерей функций всех 4 конечностей. Игроки классифицируются по физическим способностям от 0,5 до 3,5 баллов, с общей суммой ≤ 8,25 на площадке. Столкновения допустимы между колясками, но не сзади (ParalympicsGB).

Теннис на колясках — популярный адаптивный вид спорта. Правила аналогичны обычному теннису, но игрокам разрешается два отскока мяча. Игры проходят на стандартных кортах с обычными мячами и ракетками (квадриплегики могут использовать удлиненные ракетки). Спортсмены делятся на мужские, женские и квадриплегические команды, без учета других физических функций (International Tennis Federation).

Легкая атлетика охватывает широкий спектр видов спорта и привлекает наибольшее количество участников — от 24% до 26% всех спортсменов. В эту категорию входят как короткие, так и длинные дистанции бега, а также прыжки, метания и пятиборье. Спортсмены классифицируются с помощью букв «T» (для бега) и «F» (для метаний), что позволяет различать легкую атлетику и полевые виды спорта. Они распределяются по 26 пронумерованным классам в зависимости от двигательных функций и типа инвалидности.

Футбол для слабовидящих проводится в форматах «5 на 5» и «7 на 7». В формате «5 на 5» команды состоят из 4 полевых игроков и 1 зрячего вратаря. Поле окружено щитами, а мяч издает звук для ориентации. Полевые игроки носят повязки на глазах и предупреждают друг друга, говоря «voy» (я иду). В формате «7 на 7» игроки должны иметь центральное неврологическое повреждение и делятся на 4 группы по степени нарушений. Поля для обоих форматов меньше традиционных. Футбол для ампутантов, состоящий из 7 игроков (6 с ампутированными нижними конечностями и 1 вратарем с ампутированной одной верхней конечностью), пока не является частью Паралимпийских игр. Протезы не допускаются. Травмы распространены, особенно у спортсменов с нарушениями зрения (Webborn et. al., 2016).

С увеличением популярности зимних адаптивных видов спорта важно учитывать модели травм и особенности оборудования для спортсменов, тренеров и медиков. Первые Паралимпийские игры в 1976 году собрали 17 стран, а в играх в Пхенчхане участвовали более 500 спортсменов из 49 стран в шести дисциплинах: горнолыжный спорт, лыжные гонки, следж-хоккей, керлинг на инвалидных колясках, биатлон и сноубординг (Adams, McCubbin, 1991).

Горнолыжный спорт был частью первых зимних Паралимпийских игр, проведенных в 1976 году, где соревнования проходили в двух дисциплинах: слалом и гигантский слалом. С тех пор данный вид спорта значительно

развился, как по количеству участников, так и по разнообразию дисциплин (Laskowski, 1991).

Участие в горнолыжном спорте приносит множество преимуществ для спортсменов с инвалидностью, включая улучшение физической формы, развитие навыков командной работы и повышение уверенности в себе. Кроме того, участие в соревнованиях способствует социальной интеграции и повышению видимости адаптивного спорта.

Горнолыжный спорт продолжает развиваться как важная часть зимних Паралимпийских игр, способствуя не только физической активности, но и социальной инклюзии. С увеличением числа участников и расширением дисциплин этот вид спорта становится все более популярным среди людей с инвалидностью.

Сегодня зимние Паралимпийские игры включают в себя такие дисциплины, как слалом, гигантский слалом, даунхилл, супер-Г и суперкомбинированный. Спортсмены делятся на три группы в зависимости от типа инвалидности: стоящие лыжники, лыжники с нарушением зрения и сидячие лыжники. На Паралимпийских играх 2010 года в альпийском skiing участвовали 194 спортсмена, а в 2014 году — более 200. Из 654 участий в соревнованиях 2010 года 137 были среди спортсменов с нарушением зрения, 276 — среди стоящих лыжников и 241 — среди сидячих лыжников.

Пара хоккей на льду, ранее известный как хоккей на санях, был представлен международному сообществу в 1994 году (International Paralympic Committee). Этот вид спорта обычно практикуется спортсменами с травмами нижних конечностей и основывается на правилах Международной федерации хоккея на льду с некоторыми изменениями. На зимних играх 2010 года участвовали 118 спортсменов из восьми команд. Исследования не обнаружили значительных различий в эффективности игры между спортсменами с различными типами инвалидности (Molik et. al., 2012).

Адаптивные зимние виды спорта принимают во внимание различные визуальные и физические нарушения, что приводит к изменениям в правилах

и регламентах. Медицинский персонал на соревнованиях должен обладать опытом работы с адаптивным оборудованием и иметь знания о распространенных травмах и хронических медицинских осложнениях у спортсменов. Доступность спортивных объектов становится важной проблемой с увеличением числа участников.

Исследования показывают, что участие в адаптивных видах спорта способствует улучшению сердечно-сосудистого здоровья, психоэмоционального состояния, социальной вовлеченности и общей удовлетворенности жизнью. Несмотря на риск получения травм, преимущества физической активности часто превышают риски при наличии соответствующего обучения, квалифицированного персонала и необходимого оборудования (Burkett, 2012).

Адаптивные виды спорта становятся все более популярными и представляют собой модифицированные традиционные спортивные игры, такие как футбол и хоккей, для людей с ограниченными возможностями (Lastuka Cottingham, 2016). Обучение адаптивным видам спорта (ABC) включает в себя изменение традиционных спортивных и рекреационных мероприятий, чтобы сделать их доступными и инклюзивными для людей с инвалидностью (Cooper, Luigi, 2014; Tow et al., 2020). С помощью адаптивного оборудования, измененных правил и специализированного обучения ABC позволяет людям с ограниченной подвижностью участвовать в различных видах деятельности (Tow et al., 2020).

Тем не менее, традиционные программы ABC могут не полностью удовлетворять потребности этих людей, что ограничивает развитие навыков. В этом контексте игры виртуальной реальности (VR) могут предоставить безопасную и доступную среду для тренировки, способствующую развитию навыков и улучшению результатов (Recio et al., 2013; Gerling et al., 2020). Интерес к использованию VR-игр в спортивном обучении возрос в последние годы, и исследования показывают их потенциал для улучшения производительности игроков (Neumann et al., 2018; Farizi et al., 2021).

Однако применение VR-игр в АВС остается недостаточно изученным. Успех VR-игр для АВС будет зависеть от их принятия людьми с ограниченной подвижностью. Поэтому важно понять их восприятие VR-технологий, что до сих пор недостаточно исследовано. Для этого мы провели онлайн-опрос среди людей с ограниченной подвижностью, использующих инвалидные коляски и активно участвующих в адаптивных видах спорта. Опрос был направлен на изучение их восприятия VR-технологий и ожиданий от VR-АВС для конкретного адаптивного спорта. Используя Модель принятия технологий как теоретическую основу, мы сосредоточились на факторах, влияющих на восприятие полезности и удобства использования VR-игр для АВС.

Адаптивное спортивное обучение приносит множество физических и психологических преимуществ для людей с ограниченными возможностями. Оно способствует физической подготовке, силе и гибкости, что улучшает общее здоровье и качество жизни. Участие в адаптивных видах спорта также повышает уверенность в себе, способствует социальной активности и командной работе, а также предоставляет возможности для личностного роста и реабилитации. АВС создает чувство общности и принадлежности, позволяя людям с ограниченной подвижностью взаимодействовать с теми, кто сталкивается с аналогичными проблемами.

Тем не менее, АВС не всегда доступно для людей с инвалидностью. Основные препятствия включают ограниченное количество программ АВС в сообществах и недостаток адаптивного оборудования, что делает участие сложным. Также транспортировка к местам тренировок представляет собой проблему, так как многие не могут водить автомобиль и зависят от других или общественного транспорта.

Таким образом, несмотря на потенциал АВС для улучшения жизни людей с ограниченной подвижностью, его доступность остается низкой. Это подчеркивает необходимость создания трансформационных программ АВС. В данном исследовании рассматривается возможность использования VR-игр как нового подхода к адаптивному спортивному обучению.

Хотя VR-игры активно исследуются в области взаимодействия человека и компьютера, разработка доступных VR-игр для людей с ограниченными возможностями остается недостаточно изученной (Gerling, Spiel, 2021). Тем не менее, исследования показывают, что люди с ограниченной подвижностью заинтересованы в использовании VR для развлечений и социализации (Mott et al., 2020; Mason et al., 2022).

Разработка доступных VR-игр важна по нескольким причинам. Они позволяют людям с ограниченными возможностями участвовать в игровом процессе и способствуют инклюзивности. Доступные игры могут увеличить вовлеченность более широкой аудитории и помочь пользователям исследовать новые среды и преодолевать физические ограничения. Кроме того, создание таких игр требует новых технологий и подходов, что может привести к инновационным решениям.

Исследование Gerling et al. (2020) разработало три VR-игры с учетом потребностей пользователей инвалидных колясок, обеспечив возможность управления коляской во время игры. Участие пользователей в оценке игр показало, что они наслаждаются игрой, находясь в колясках. Важно, чтобы управление было адаптивным, что позволяет пользователям настраивать ввод в зависимости от своих ограничений.

Исследование Mott et al. (2020) выявило проблемы, с которыми сталкиваются люди с ограниченной подвижностью при использовании VR-систем, включая трудности с настройкой оборудования и использованием контроллеров. Эти результаты подчеркивают необходимость разработки более доступных решений.

В нашем обзоре литературы мы обнаружили, что информация о проектировании и оценке VR-игр для адаптивного спортивного обучения (ABC) значительно ограничена по сравнению с предыдущими исследованиями по доступности.

Интерес к технологиям информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и стремление продвигать технологии способствовали быстрому росту

футуристических ИКТ, которые теперь применяются в различных областях. Поскольку ИКТ широко внедряются в различные сферы, у многих людей появилась возможность легко познакомиться с новыми технологиями и испытать их. Таким образом, повседневное удобство, которое возникло, становится частью нашей жизни, без которой мы не можем обойтись. Ожидания относительно применения ИКТ для минимизации и преодоления физических ограничений и различных повседневных неудобств, связанных с инвалидностью, высоки. По состоянию на конец 2015 года в Корее насчитывалось 2,49 миллиона инвалидов; 4,8 из каждых 100 человек составляют около 4,8% от общего населения и зарегистрированы как инвалиды. Применение и коммерциализация передовых ИКТ в области инвалидности значительно усилят возможности людей с ограниченными возможностями, позволяя им преодолевать физические и психические ограничения и искать новую жизнь и надежду. Разработаны такие устройства, как обувь, которая направляет слабовидящих людей с помощью вибрации, соединяясь с браслетом для слабовидящих и обувью, оснащенной различными датчиками и GPS, а также смартфоном; планшет для интерпретации, который преобразует жестовый язык в голос или текст, чтобы помочь эффективно общаться с людьми с нарушениями слуха; умные очки для людей с нарушениями слуха, которые преобразуют голос собеседника в текст для отображения на экране; и мышь, управляемая движением зрачков, что позволяет управлять мышью только с помощью движения глаз. Ведутся работы по разработке и коммерциализации таких устройств, как носимый робот, который выполняет функции рук или ног при прикреплении к телу. Поскольку футуристические технологии ИКТ, такие как виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR), развиваются очень быстро, ожидается, что эти технологии будут все больше внедряться в повседневную жизнь, сосредоточенную на будущей сервисной индустрии. Виртуальная реальность обозначает виртуальный мир, где пользователи могут получать опыты, похожие на 3D-реальность, в виртуальном пространстве, отделенном

от реальности и поддерживаемом через интерактивное взаимодействие с использованием компьютерной сети. Хотя разработка виртуальной реальности началась уже в 1950-х годах, ее полноценное использование началось с 2010-х годов, когда использование смартфонов стало широко распространенным. Виртуальная реальность применяется во всех областях, таких как медицина, СМИ, образование, искусство, архитектура, туризм и авиация. Спортивная сфера не является исключением. Услуга прямой трансляции спортивных событий предоставляется в формате VR для обеспечения передачи динамичных изображений и ощущения поля. Она активно используется и в спортивной индустрии, где VR применяется в виде игры для личного опыта занятий спортом. Кроме того, технологии виртуальной реальности позволяют приобретать специфические навыки, так как они находятся в виртуальном пространстве, схожем с реальным, хотя и в контролируемой среде. Это может быть использовано как содержание упражнений для того, чтобы люди с физическими и психическими ограничениями могли испытать спорт и реабилитацию, поскольку возможно многократное повторение по мере необходимости или желания. Это позволяет настроить ситуацию таким образом, чтобы она соответствовала способностям людей с ограниченными возможностями. Это может минимизировать эффект инвалидности, улучшить качество жизни, мотивировать к улучшению технологий для жизни и предоставить интересный опыт. Технология виртуальной реальности эволюционировала даже больше, чем метод experiencing Virtual Reality с использованием шлема в начале. Теперь возможна интерактивность в реальном времени через виртуальные аватары. Двигаясь дальше, она развилась в технологию, способную представить пять чувств.

Появляются разнообразные продукты, использующие виртуальную реальность, которые помогают людям с инвалидностью получить новый опыт. Samsung Electronics представила Relumino (Рис. 4.2) — решение, которое помогает людям с нарушениями зрения. Он использует технологии

дополненной реальности (AR), чтобы улучшить визуальный опыт пользователей. Приложение Relumino работает в сочетании с гарнитурой Samsung Gear VR, позволяя пользователям более четко видеть окружающую обстановку, регулируя контрастность, цвет и яркость.

Приложение может помочь пользователям читать текст, распознавать лица и идентифицировать объекты, что делает повседневные задачи более простыми и управляемыми для людей с низким зрением. Используя возможности современных технологий, Relumino стремится улучшить качество жизни людей с нарушениями зрения, способствуя независимости и доступности.



Рисунок 4.2 – Relumino Samsung Electronics (Источник https://www.samsung.com/global/sustainability/focus/story/relumino/)

Компания eSight разработала «eSight Visor 3», гарнитуру дополненной реальности, чтобы улучшить зрение людей, которые не могут видеть, хотя у них есть остаточное зрение, позволяя им заниматься повседневной деятельностью, такой как самостоятельное ориентирование или распознавание лиц (Рис. 4.3).



Рисунок 4.3 – eSight Visor 3 (Источник https://www.artefactgroup.com/case-studies/esight-3/)

Технология виртуальной реальности также применяется для реабилитации при таких нарушениях, как инсульт, травмы спинного мозга, когнитивные нарушения, ампутация, детский церебральный паралич (Kang, Kang, 2019; Arpaia et. al., 2023). Реабилитационная терапия с использованием виртуальной реальности предоставляет различные виртуальные среды в зависимости от возможностей пациента и имеет преимущество в том, что добавляется игровой элемент и увеличивается степень погружения. Если вы не можете посетить больницу или реабилитационный центр, то возможность проводить лечение дома является хорошей идеей. Особенно сообщалось о клинической полезности реабилитационной терапии для восстановления двигательной функции у пациентов после инсульта (Arpaia et. al., 2023). Технология виртуальной реальности, используемая для реабилитации, может быть разделена на погружающую и непогружающую виртуальную реальность в зависимости от степени реалистичности. Погружающая виртуальная реальность использует большой экран, шлемы с дисплеем (HMD) или системы типа «CAVE» или видеозахвата (Рис. 4.4.). Непогружающая виртуальная реальность использует компьютерную мышь, тактильные устройства или джойстик (Park, 2010).

Программа терапевтической реабилитации на основе VR, основанная на «Kinect» от Microsoft (MS), также появилась и используется для реабилитации

пациентов с парализованными частями тела после инсульта. Более того, она также применяется как программа реабилитационной терапии для преодоления различных фобий и недостатка социальных навыков через нормальное обучение социальным навыкам в разнообразных мирах виртуальной реальности, которые аналогичны реальности. Реабилитационная терапия на основе виртуальной реальности имеет преимущество в предоставлении индивидуализированного реабилитационного обучения за счет сбора, анализа и использования движений и жизненных показателей людей с инвалидностью в режиме реального времени и цифровых числовых значений. Поэтому ожидается, что применение реабилитационного лечения с использованием виртуальной реальности будет расширяться в будущем с учетом различных преимуществ. Однако у детей и подростков младше 7 лет, которые все еще испытывают трудности в различении виртуальной реальности и реальной действительности, а также у детей и подростков с психическими проблемами, такими как депрессивное расстройство, тревожное расстройство, синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), существует вероятность серьезных побочных эффектов, поэтому применение этой технологии требует внимательного подхода (Arpaia et. al., 2023).

Виртуальная реальность и физическая активность для людей с инвалидностью

Несмотря на значительную необходимость участия людей с инвалидностью в спорте и физических упражнениях, это ограничено рядом практических проблем. В проведенном исследовании, нацеленном на учителей специального образования, которые ведут спортивные занятия для детей с инвалидностью, было показано, что основными проблемами, с которыми сталкиваются учителя, являются необходимость разработки учебных планов, основанных на характеристиках различных форм инвалидности и различиях между индивидуумами, а также необходимость

подготовки к непредвиденным ситуациям. Кроме того, поскольку спортивные занятия проводятся на открытом воздухе, вопрос безопасности также является серьезной проблемой. Таким образом, растет осознание необходимости альтернатив. Существуют исследования, которые сообщают о том, что новые виды спорта, использующие передовые технологии, такие как виртуальная реальность, могут помочь людям с инвалидностью. В области специального физического воспитания помимо учебников и диоцезов возможно использование игровых устройств с реализацией виртуальной реальности для получения или игры в мяч, а также для опытов катания на лыжах в снежной местности. При покупке игрового устройства единожды это выгодно с точки зрения снижения экономических затрат, так как можно приобретать дополнительные материалы, которые впоследствии обновляются по низкой цене, и оно может использоваться как практическое учебное устройство, объединяющее тело и пространство за пределами простого развлекательного устройства. Использование виртуальной реальности для физической активности людей с инвалидностью эффективно с точки зрения экономической эффективности и повторения реалистичного опыта. Уровень сложности видов спорта, использующих виртуальную реальность, может регулироваться в зависимости от уровня инвалидности и характеристик людей с инвалидностью. Это считается подходящим для людей с инвалидностью благодаря повторяющемуся обучению и низкому риску травм. В этом году в рамках проекта «Поддержка спортивных классов виртуальной реальности», проводимого Министерством культуры, спорта и туризма и Национальным фондом содействия спорту, будет создан VR-спортивный класс с одним обычным занятием в 10 школах в области школьного спортивного образования, и этот проект будет постепенно реализовываться. Среди них будут две специальные школы, которые станут новой отправной точкой для участия детей с инвалидностью в спортивных мероприятиях. На данный момент применение виртуальной реальности для людей с инвалидностью сосредоточено на дополнении инвалидности, как было рассмотрено ранее, или

программы, разработанные для широкой аудитории, применяются без модификации. Nintendo Wii, основанная на виртуальной реальности видеоигра, которая используется чаще всего, служит эффективным инструментом для повышения физической способности людей с инвалидностью и улучшения их повседневной жизненной способности. Она уже внедрена во многих школах США и Великобритании во время спортивных занятий. Современные виды спорта в виртуальной реальности отличаются от Nintendo Wii. Спортивная среда разворачивается на 360 градусов внутри виртуальной реальности. Упражняющиеся ощущают большую степень реалистичности, поскольку они сосуществуют в виртуальной реальности. Однако технология виртуальной реальности для спортивной активности людей с инвалидностью должна применяться дифференцированным образом в зависимости от типа и степени инвалидности, а не безусловно применять новейшие технологии. Для этого необходимо продолжать накапливать данные через применение разнообразных технологий и опытов.

В данном разделе исследования были рассмотрены особенности виртуальной реальности для спортивной активности людей с инвалидностью и примеры применения виртуальной реальности в области инвалидности и спорта, а также предложены меры для внедрения технологий виртуальной реальности на основе полученных результатов. Спортивные мероприятия с использованием технологий виртуальной реальности предоставляют возможность людям с физическими и умственными ограничениями установить подходящий уровень и получить повторяющийся опыт в виртуальном пространстве, схожем с реальностью. Эффективное использование таких технологий возможно, так как отсутствуют ограничения по пространству и времени. Однако рекомендуется применять виртуальную реальность для спортивной активности людей с инвалидностью дифференцированным образом, в зависимости от типа и степени инвалидности, а не просто безусловно внедрять новейшие технологии. Более того, когда искусственный интеллект (ИИ) будет интегрирован в технологии

виртуальной реальности, ожидаются новые изменения не только для спортивной деятельности людей без инвалидности, но и для сферы спортивного образования людей с инвалидностью, а также для повышения уровня спортивных технологий для элитных спортсменов с инвалидностью. Эпоха, когда люди с инвалидностью смогут проходить обучение в соответствии с характеристиками своей инвалидности, наступит, поскольку они смогут учиться с помощью искусственного интеллекта, когда данные о движении будут накапливаться, и смогут самостоятельно выявлять свои проблемы для их решения через самостоятельные тренировки.

4.2. Специфика и особенности адаптивного биатлона по сравнению с классическим

На зимних Паралимпийских играх 1994 года в норвежском Лиллехаммере биатлон впервые вошел в официальную программу соревнований.

В адаптивном биатлоне могут выступать спортсмены без одной руки (или с потерей функций одной руки), без одной или двух ног (или с потерей их функций), а также с нарушениями зрения. Биатлонисты с нарушениями зрения при стрельбе применяют ружья, оборудованные электронно-акустическими очками. Сигнал становится громче по мере приближения прицела к центру мишени. Размер мишени для таких спортсменов больше, чем для первых двух групп.

В паралимпийском биатлоне предусмотрены две дистанции: короткая, протяженностью 7,5 км с двумя огневыми рубежами, и длинная — 12 км с четырьмя остановками для стрельбы. Пробежка для спортсменов без руки совершается на классических лыжах, однако им приходится обходиться только одной палкой, для спортсменов без ноги / ног гонка ведется на санях, а палки имеют меньшую длину.

Стрельба осуществляется исключительно из положения лежа. За промахи предусмотрены штрафы, которые могут выражаться либо в добавлении времени к основному результату, либо в виде штрафных кругов . Расстояние до мишени составляет 10 метров, дается сделать пять выстрелов. При этом размер самой мишени уменьшен до 45 мм. Сами мишени расположены ближе друг к другу, чтобы спортсмену не приходилось перемещаться в положении лежа в стороны (учитывая, что мишени значительно ближе). Стрельба производится только одной рукой, в то время как винтовка кладется на специальную подставку на пружине, обеспечивающей одновременно стабильность и свободу движения ружья, либо с использованием стрелкового ремня.

Таким образом, на основе проведенного анализа, можно выделить ряд факторов, влияющих на успешность в биатлоне и лыжных гонках:

для успешного выступления в биатлоне необходимо обладать высоким уровнем аэробных и анаэробных возможностей, эффективной техникой стрельбы и стабильным постуральным балансом, а также высоким лактатным порогом;

физическая нагрузка перед стрельбой может изменять психофизиологические процессы и требования к концентрации внимания;

условия проведения соревнований, место, высота над уровнем моря, температура и погода – могут влиять на результаты в биатлоне;

стабильность системы "тело - винтовка" является важным фактором как для элитных стрелков, так и для элитных биатлонистов. Это подтверждается тем, что профессиональные спортсмены демонстрируют меньшее раскачивание тела и винтовки по сравнению с новичками;

для успешной стрельбы из положения стоя требуется тонкий постуральный контроль в сочетании с коротким временем зрительной реакции. Биатлонисты используют стратегии предвосхищения совпадений, что позволяет им уменьшить время между наведением на мишень и выстрелом;

интенсивная физическая нагрузка может негативно повлиять на стабильность удержания винтовки и на время зрительно-моторной реакции, что может отразиться на результативности стрельбы;

постуральный баланс и устойчивость оружия в поперечном направлении имеют важное значение для успешной стрельбы стоя в биатлоне. Профессиональные спортсмены демонстрируют лучшие показатели постурального баланса и устойчивости винтовки по сравнению с юношеской командой;

тремор играет важную роль в эффективности стрельбы, поскольку факторы, влияющие на величину тремора, могут также влиять на результаты стрельбы;

механическая нагрузка на конечность может изменить частоту тремора, причем увеличение инерции обычно приводит к снижению частоты тремора;

изменение величины тремора может быть вызвано нейрогенными или миогенными причинами, такими как воздействие алкоголя или изменение температуры конечности: действие алкоголя и низких температур снижает тремор, тогда как повышение температуры, физическая нагрузка и действие адреналина – повышают тремор;

Таким образом, успех в биатлоне зависит от комплекса физиологических, технических и психологических факторов, которые необходимо учитывать при подготовке спортсменов к соревнованиям.

4.3. Моделирование навыков стрельбы в адаптивном биатлоне с использованием технологий виртуальной реальности

Целью настоящего исследования (Гасанов и др., 2025) стало моделирование навыков стрельбы в адаптивном биатлоне у спортсменов разного уровня мастерства и новичков с использованием разработанной технологии виртуальной реальности. Это позволит выявить ключевые параметры стрельбы и факторы, в том числе психологические, влияющие на ее эффективность. Полученные результаты позволят в дальнейшем более

эффективно адаптировать тренировочный процесс к индивидуальным особенностям спортсменов, учитывая их уровень подготовки и мастерства, а также благодаря возможности варьирования уровня сложности параметров виртуальной среды, к примеру, изменения расстояния до мишеней, их размера и других условий.

В исследовании участвовали 15 человек (ср.возраст 23, SD=11 года), которые были поделены на 3 подгруппы:

– новички, не занимающиеся биатлоном (n=5, ср.возраст 30, SD=10 лет);

– любители, на регулярной основе занимающиеся адаптивным биатлоном и имеющие 1-й юношеский разряд по биатлону (n=4, ср.возраст 13, SD=9 лет);

– профессиональные биатлонисты, имеющие разряды кандидат в мастера спорта, мастер спорта, заслуженный мастер спорта, мастер спорта международного класса (n=6, ср.возраст 25, SD=9 лет).

Исследование проведено с участием спортсменов двух направлений адаптивного биатлона: (1) имеющих поражения опорно-двигательного аппарата, (2) имеющих поражения одной из рук.

Отдельной задачей было создание среды для адаптивных спортсменов – в биатлоне по специальным правилам могут выступать спортсмены без одной руки (или с потерей функций одной руки), без одной или двух ног (или с потерей их функций), а также с нарушениями зрения. Для первых двух групп адаптивных спортсменов было решено доработать виртуальную среду, обеспечив им возможность и удобство прохождения эксперимента. В случае нарушений зрения, при стрельбе спортсмен начинает ориентироваться на звуковые сигналы, вместо визуальных стимулов, поэтому в текущей редакции виртуальная среда VR-Biathlon для таких спортсменов не подходит.

Изначально вложенный в разработку виртуальной среды принцип вариативности условий позволил в рамках единого приложения сочетать условия обычного и адаптивного биатлона. Были воспроизведены в качестве 3D-модели мишени адаптивного биатлона, а в файл конфигурации внесена настройка на то, какие мишени на данный момент используются (Рис. 4.4). В

«пробежке» ноги не использовались, а скорость движения определялась интенсивностью отталкивания виртуальными палками от трассы, была введена возможность использовать только одну лыжную палку. На Рис. 4.5 представлен пример выполнения стрельбы адаптивным биатлонистом и отображение контента на мониторе компьютера.

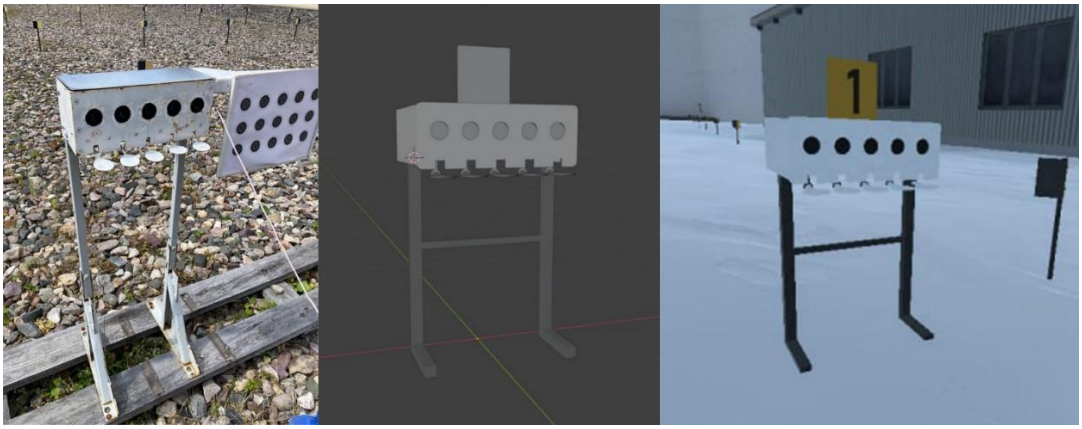


Рисунок 4.4 – Мишень адаптивного биатлона: фото (слева), модель в 3D-редакторе (в центре), объект в виртуальной среде (справа)



Рисунок 4.5 – Выполнение стрельбы лежа спортсменами адаптивного биатлона (слева) и отображаемый ВР-контент на экране монитора (справа)

Проблемой стало уменьшение дистанции до 10 метров вместо 20 и 30, которое вызывало у спортсменов ощущение, что мишени находятся дальше. Разрешение ВР-шлема не позволяло четко различать маленькие объекты на таком расстоянии. Работа проводилась в двух направлениях: проверка корректности дистанций в виртуальной среде и переход на новое ВР-оборудование из-за низкой четкости картинки на дальних дистанциях.

Одной из ключевых задач стал выбор оптимального VR-шлема для стрельбы, который мог бы обеспечить максимально четкое разрешение, которое необходимо для стрельбы по мишеням на большой дистанции. На первом этапе использовался HTC Vive Pro, недостатками которого было невысокое разрешение линз (1440 x 1600 пикселей на глаз) и достаточно большие габариты (550 грамм), которые затрудняли прицеливание и приводили к смещению шлема на голове, что снижало четкость изображения.

В качестве альтернативы были выбраны шлемы HTC Vive Focus 3 и Pico 4 Pro. Оба шлема являются портативными ВР-системами, поддерживающими проводную и беспроводную трансляцию с компьютером, что важно для настройки эксперимента. Разрешение Vive Focus 3 составляет 2448 пикселей на глаз, а Pico 4 – 2160 пикселей, при этом линзы Pico 4 обеспечивают меньший уровень размытия. Габариты обоих шлемов меньше и не мешают прицеливанию. Pico 4 весит 295 граммов и в версиях Pro и Enterprise имеет встроенный окулограф для отслеживания взгляда, тогда как для Vive Focus 3 он доступен отдельно. В итоге был выбран Pico 4, обеспечивающий наилучший комфорт при прицеливании.

Другим важным элементом оборудования являлась система трекинга. В первоначальной версии с HTC Vive Pro для отслеживания винтовки и визуализации ее в виртуальном пространстве использовались трекеры Vive, а для передачи сигнала о выстреле применялась технология pogo-pins (подпружиненный контакт) трекеров Vive (Alsaeedi, Wloka, 2021). Стабильность работы трекеров Vive, однако, может оказаться недостаточной для столь точного занятия, как прицельная стрельба, а принцип outside-in трекинга (предполагающий отслеживание шлема, котроллеров и трекеров при помощи камер – базовых станций) допускал возможности перекрытия оптического сигнала.

Более точным и стабильным решением была выбрана система трекинга Antilatency российского производства (Рис. 4.6). Данное оборудование состоит из набора камер для пола или потолка, фиксируемых конструкцией из

резинового покрытия, а также трекеров, которые они отслеживают. Модуль «Extension» позволяет подключать внешнюю кнопку для сигнала о выстреле. Пол Antilatency хорошо зарекомендовал себя в работе с адаптивными спортсменами, так как трекер, установленный на ружье, не перекрывался телом спортсмена, а максимальное качество трекинга обеспечивалось близким расположением подставки к камере.



Рисунок 4.6 – Расположение датчика Antilatency на винтовке (слева) и расположение испытуемого на резиновом покрытии Antilatency (справа)

В процессе доработки виртуальной среды для биатлона возникла необходимость проанализировать соответствие угловых размеров объектов в Unity с реальными размерами. Профессиональные биатлонисты отмечают, что расстояния в ВР не соответствуют действительности: например, 10 метров в ВР субъективно воспринимаются как 12-15 метров. Это потребовало поиска корректных коэффициентов. Для выяснения корректны ли расстояния в виртуальной среде, были проведены отдельные измерения, где для сравнения расстояний виртуальной среды (unity-метры) и реальности (метры) был применен универсальный метод измерения – вычисление угловых размеров. Итоговый коэффициент составил $0{,}72, SD = 0{,}01$. Таким образом, угловые размеры в Unity в 0,72 раза меньше реальных угловых размеров объекта.

После введения в виртуальной среде коэффициента расстояния 0,72 для моделей объектов стрельбища спортсменами отмечалось, что дистанция выглядит и ощущается как привычные им 10 метров.

Разработанная технология виртуальной реальности позволяет одновременно записывать несколько блоков данных: трекинг движений и перемещения винтовки (в случае адаптивного биатлона проводился только трекинг винтовки), психофизиологические данные (показатели электрической активности головы и сердца, а также другие параметры), окулография, сенсомоторные и временные параметры (скорость нажатия курка, время прицеливания и др.).

На данном этапе представляет интерес проанализировать трекинг винтовки и временные показатели на разных группах испытуемых (новички, любители, профессионалы), поскольку результаты позволят оценить адекватность разработанного инструментария, а также выявить наиболее информативные показатели.

Трекинг винтовки осуществлялся на максимально доступной частоте для оборудования Antilatency – до 400 Гц. Для анализа брался отрезок времени в 1 секунду до выстрела выстрела.

В рамках исследования регистрировались координаты точек прицеливания на плоскости мишеней, положение и поворот винтовки, на основе которых подсчитывались следующие параметры:

средняя длина кривой прицеливания и ее отклонения – длина (см) траектории прицеливания на плоскость мишени в течение 1 секунды до выстрела, усредненная по 5 выстрелам; и ее отклонение от условного нуля;

средняя площадь области прицеливания и ее отклонения - область прицеливания на плоскость мишени, выраженное в квадратных сантиметрах ($см^2$), в течение 1 секунды до выстрела, усредненная по 5 выстрелам; и ее отклонения;

средний счет и его отклонения – количество баллов, получаемых испытуемым, по каждому выстрелу в зависимости от близости к центру

мишени по аналогии со стрелковой мишенью (центр мишени – 10 баллов), усредненный по 5 выстрелам; а также отклонения по 5 выстрелам;

попадания – количество попаданий за один цикл стрельбы (5 мишеней, на которые дается 8 патронов);

количество выстрелов - количество выстрелов за один цикл стрельбы;

точность – отношение количества попаданий к количеству выстрелов, выражается в % (100% будет в случае, когда закрыто 5 мишеней за 5 выстрелов);

время стрельбы – общее время (в секундах), за которое испытуемый совершает 1 цикл стрельбы.

В рамках проведенного анализа обработаны данные прицеливания – точки пересечения линии прицела с плоскостью мишеней. Аналитика данных прицеливания проводилась аналогично аналитике стрелкового тренажера SCATT (Zanevskyy, Korostylova, Mykhaylov, 2014), но с модификациями. Выстраивались визуальные отображения перемещения прицела по мишеням, высчитывался ряд интегральных показателей.

На Рисунке 4.7 представлено изображение графиков, отображающих динамику отдельных выстрелов (вверху), а также отображение пяти графиков для всех выстрелов

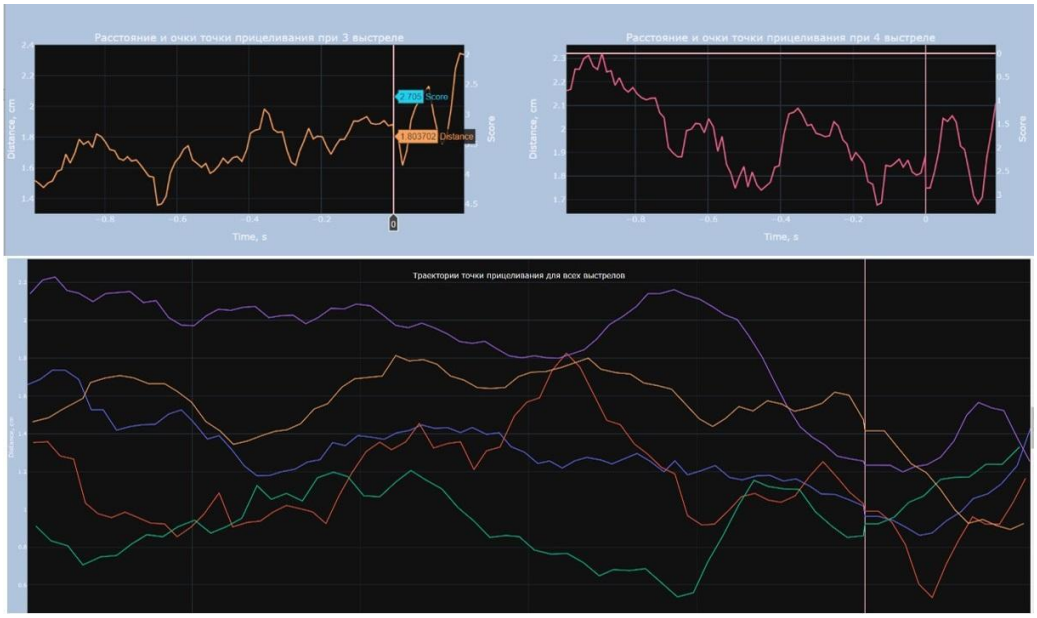


Рисунок 4.7 – Графики траектории точки прицеливания и очков для отдельных выстрелов (вверху) и для всех пяти выстрелов (внизу)
Примечание: по оси у отмечено расстояние до мишени (в см) и очки в каждый момент времени

На Рисунке 13 изображены примеры визуализации трекинга прицеливания за 1 секунду до выстрела, спроецированные на изображение мишеней. На данном этапе отображение сделано аналогично тренировочной системе SCATT. Желтый цвет означает 0,2 -1 с до выстрела, синий – 0,2 с до выстрела, красный – 0,2 с. После выстрела остальное время изображается зеленым. Как и на предыдущих графиках, отображаются выстрелы.

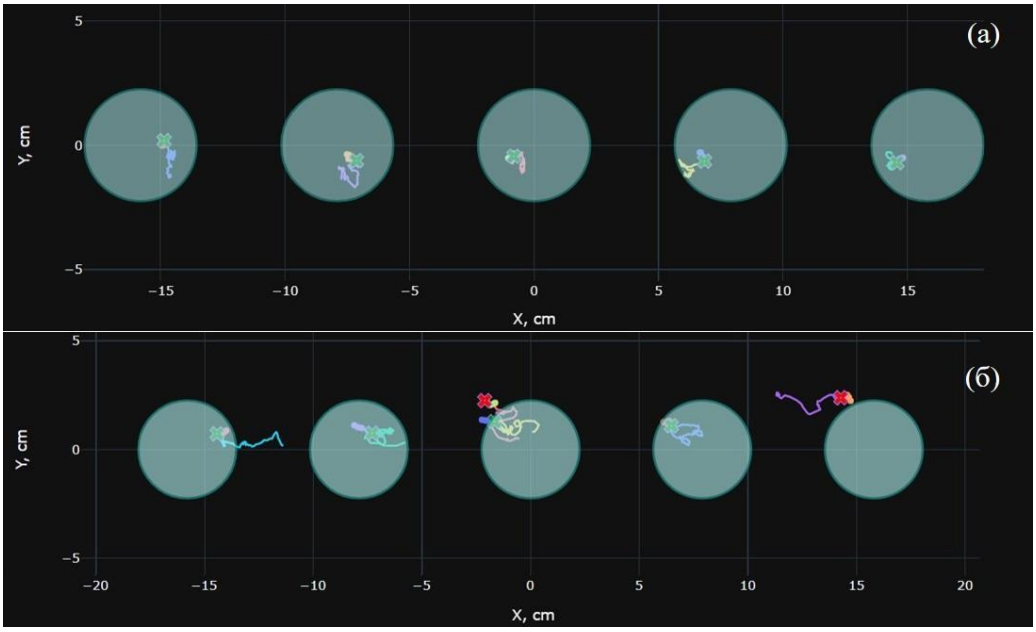


Рисунок 4.8 – Аналогичный график для любителя, заметно явное снижение стабильности

Для более детального анализа каждого выстрела изображение мишеней, на которые были спроецированы визуализации трекинга прицеливания за 1 секунду до выстрела, были поделены на 6 секторов (Рисунок 4.9). На данный момент автоматизированный скрипт на языке программирования Python позволяет высчитывать процентное нахождение трекинга в данных секторах.

Данная информация позволяет спортсмену в дальнейшем скорректировать процесс прицеливания.

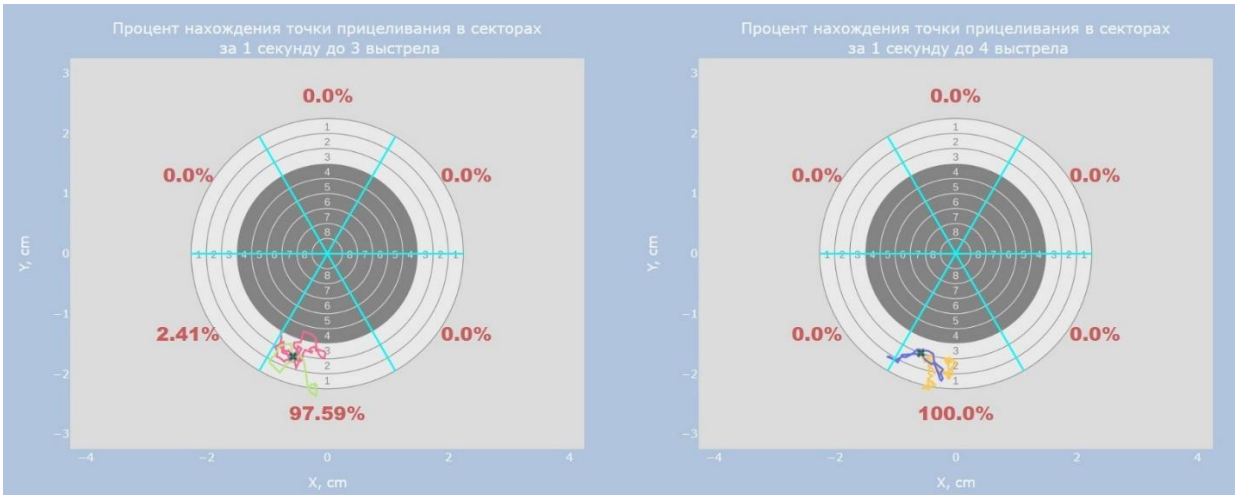


Рисунок 4.9 – Пример визуализации процентного распределения по секторам мишени динамики трекинга прицеливания
Примечание: данные выстрелы соответствуют выстрелам на рисунке 4.7

Выборка была разделена на 3 группы в зависимости от уровня мастерства: новички, любители, профессионалы. Для статистического анализа были отобраны параметры выстрелов на отрезке 1 секунда до выстрела: средняя длина кривой прицеливания, ее отклонения, средняя площадь области прицеливания, ее отклонения, средний счет и его отклонения, точность и количество выстрелов для закрытия 5 мишеней (из 8 возможных).

Сравнительный анализ проводился с использованием программы Jamovi 2.4.1. В связи с небольшим размером выборки было принято решение использовать непараметрический критерий Краскела-Уоллиса (α=0,05) для сравнения параметров стрельбы по трем экспериментальным группам.

В Таблице 4.1 представлены результаты статистического сравнения параметров выстрелов в трех группах.

Таблица 4.1 – Результаты статистического анализа сравнения параметров выстрелов в трех группах

Параметр	группа	Среднее	SD	χ^2	p	Размер эффекта
Средняя длина кривой	1	7,95	2,61	9,260	0,010	0,33070
	2	6,13	3,28			
	3	4,78	1,10			
Средняя площадь	1	2,16	1,36	10,967	0,004	0,39167
	2	1,42	2,14			
	3	0,64	0,47			
Средний счет	1	2,89	1,68	7,087	0,029*	0,25309
	2	4,46	2,21			
	3	5,20	1,35			
Отклонения длины кривой	1	3,02	2,97	9,697	0,008**	0,34631
	2	1,63	2,30			
	3	0,88	0,52			
Отклонения площади кривой	1	1,80	1,73	9,877	0,007**	0,35275
	2	1,31	2,31			
	3	0,42	0,44			
Отклонения счета	1	2,30	0,85	1,885	0,390	0,06734
	2	1,71	0,78			
	3	1,89	1,09			
Попадания	1	4,78	1,09	8,743	0,013*	0,31225
	2	4,63	0,74			
	3	5,92	1,16			
Количество выстрелов	1	7,00	1,12	2,286	0,319	0,08163
	2	6,13	1,55			
	3	6,33	1,23			
Точность	1	0,71	0,23	6,177	0,046*	0,22061
	2	0,81	0,27			
	3	0,94	0,11			
Время стрельбы	1	58,4	27,6	0,187	0,911	0,00669
	2	94,9	77,2			
	3	74,9	52,3			

Примечание. 1 – группа новичков, 2 – любители, 3 - профессионалы

Проведенное попарное сравнение с использованием критерия Двасс-Стил-Кричлоу-Флигнер выявило наличие значимых различий между группой 1 (новички) и группой 3 (профессионалы) для показателей: средняя длина кривой (W=-4,32, p=0,006); средняя площадь (W=-4,72, p=0,002); средний счет (W=3,72, p=0,023); отклонения длины кривой (W=-4,42, p=0,005); отклонения площади кривой (W=-4,73, p=0,002); точность (W=3,64, p=0,027) (Рисунок 4.10).

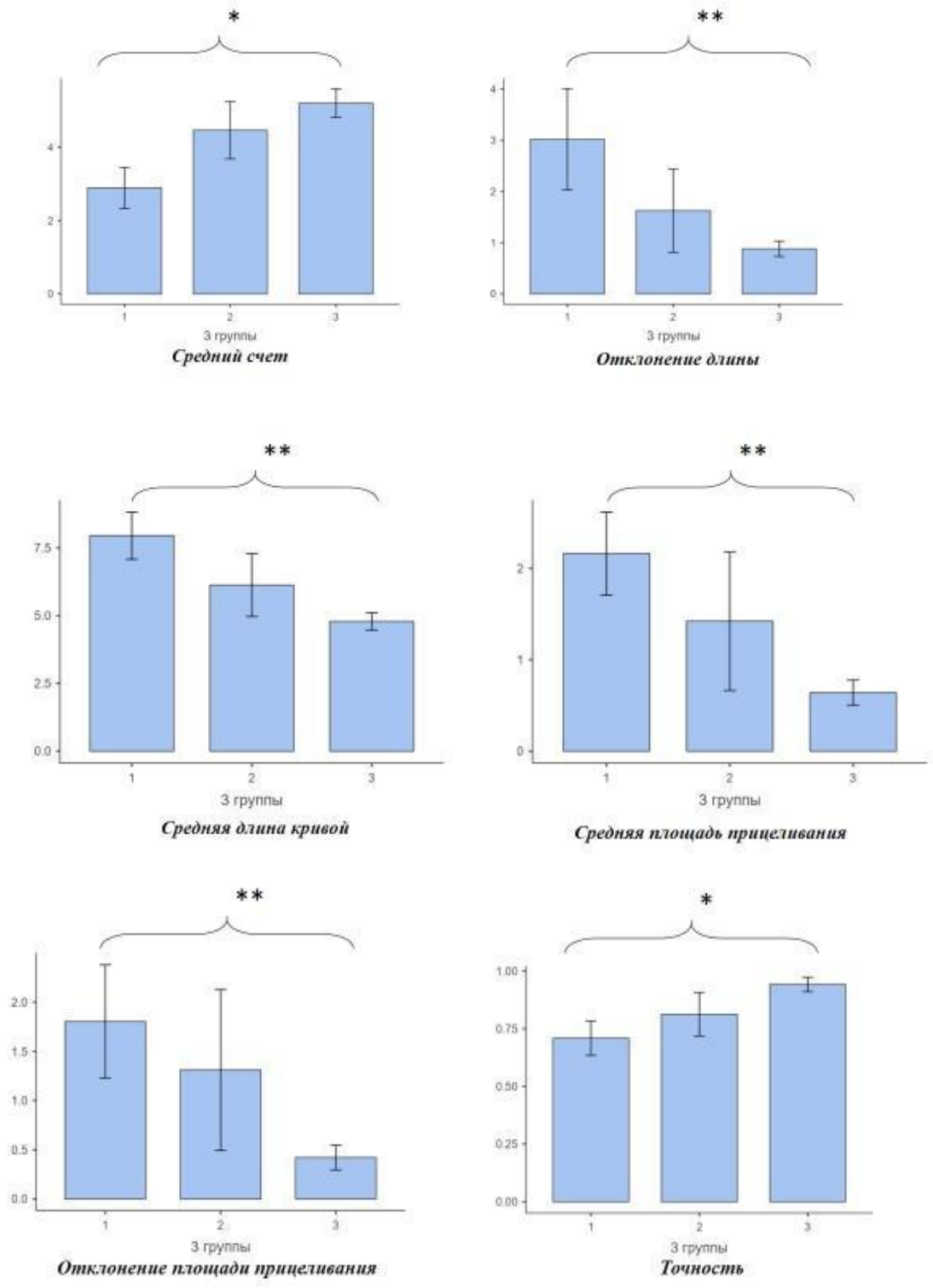


Рисунок 4.10 – Результаты попарного сравнения групп с использованием критерия Дваск-Стил-Кричлоу-Флигнер: группа 1 - новички; группа 2 – любители; группа 3 - профессионалы

Данное исследование носит пилотный характер и направлено на апробацию разработанной технологии виртуальной реальности для тренировки стрельбы в адаптивном биатлоне. Последний отличается тем, что стрельба происходит только из положения лежа с дистанции 10 метров.

Размер выборки в данном исследовании был небольшой (n=15). Вместе с тем, работа проведена на членах параолимпийской сборной России по лыжным гонкам и биатлону. Также в исследовании приняли участие дети, регулярно тренирующиеся в адаптивном биатлоне и имеющие 1-й юношеский разряд.

В первую очередь следует отметить четкую закономерность показателей «средний счет», «точность» в зависимости от уровня мастерства – чем выше уровень мастерства, тем выше счет и точность на уровне статистической значимости. При этом «отклонения счета» не отличается такой закономерностью. Тренерами и самими спортсменами отмечался следующий нюанс тренировки биатлонистов: их не тренируют попадать в десятку, они должны попадать в соответствующую область. Поэтому параметр счета не является для биатлонистов критически значимым. Наибольшее значение имеют параметры, которые связаны с балансом постуральной устойчивости и стабильности удержания винтовки. К примеру, такие параметры должны отражаться в более короткой траектории и площади прицеливания, а также меньших отклонениях данных параметров.

Гуннитиллеке с коллегами (Goonetilleke et al., 2009) также показали, что различия, возникающие при разном уровне опыта, связаны с постуральным балансом и устойчивостью, а не с прицеливанием или когнитивным компонентом задачи. Это согласуется с полученными нами данными. В частности, параметр «среднее значение длины кривой» и связанный с ним параметр «отклонения длины кривой» показали значимые различия между нашими группами. При этом прослеживается четкая закономерность – чем выше уровень мастерства, тем меньше будут значения обоих параметров. Аналогичная тенденция наблюдается для параметров «Средняя площадь

кривой» и «Отклонения площади кривой». Это говорит о высокой стабильности постурального баланса и устойчивости стрельбы.

Значения по параметру «время стрельбы» очень сильно варьировали у всех испытуемых, значимых различий по данному показателю обнаружено не было. В частности, нами выявлено, что профессиональные биатлонисты тратят в среднем на закрытие мишеней около 75, SD=52 секунд, любители 95, SD=77 секунд, новички 58, SD=28 секунд. В некоторых исследованиях проводилось изучение того, сколько времени необходимо для точного прицеливания (Goonetilleke et al., 2009). Авторы показали, что стрелкам-экспертам для прицеливания достаточно примерно 2-х секунд. Целесообразно предположить, что на данный параметр оказывает существенное влияние сама ситуация, связанная со стрельбой в условиях виртуальной реальности: непривычность восприятия среды, адаптация под текущие условия, стрельба не из персональной винтовки, а из экспериментальной (по габаритам винтовка полностью идентична, но в профессиональном биатлоне спортсмены используют персональные винтовки, учитывающие анатомию тела).

Наименее показательным в нашем случае был параметр «Время стрельбы», который не коррелировал с эффективностью стрельбы и уровнем мастерства. Так, самое быстрое время показали новички. Следует отметить, что полученные результаты далеки от пиковых показателей, демонстрируемых спортсменами на крупных соревнованиях. Однако следует учитывать, что участникам приходилось работать в непривычных условиях — стрельба в шлеме виртуальной реальности с ограниченным разрешением изображения. Кроме того, результаты тестирования не имели для спортсменов никакого значения. Если рассмотреть время на выстрел в различных категориях, можно предположить, что неопытные стрелки, не обладая правильной техникой обработки спуска, стреляют быстрее, но с меньшей точностью. В то же время юные спортсмены способны значительно повысить свою точность, грамотно управляя спуском. В условиях соревнований это особенно важно: рисковать штрафным кругом ради экономии нескольких

секунд было бы неразумно. С повышением квалификации спортсмены могут сократить время, необходимое на выстрел, не жертвуя при этом точностью. В этой борьбе за секунды напряжение возрастает по мере приближения к вершинам мастерства.

Согласно полученным данным, можно сделать следующие выводы. В нашей работе мы успешно провели апробацию разработанной технологии виртуальной реальности для тренировки стрельбы в адаптивном биатлоне. Было показано, что разработанная среда виртуальной реальности для тренировки стрельбы в адаптивном биатлоне является адекватным инструментом для диагностики и тренировки уровня стрельбы. Были выявлены наиболее информативные параметры прицеливания и стрельбы: средняя длина кривой прицеливания и ее отклонения, средняя площадь прицеливания и ее отклонения, средний счет и точность.

Таким образом, в работе разработана и апробирована профессионально-специфичная среда виртуальной реальности для диагностики и тренировки когнитивно-моторных компонентов операционально-смысловой структуры деятельности гандболистов.

Глава 5. Психологическая реабилитация когнитивных и моторных функций с применением технологий виртуальной реальности и смежных технологий на участниках боевых действий

5.1. Технологии эксергеймов и виртуальной реальности для задач реабилитации когнитивных и моторных функций

Одним из активно развивающихся направлений в области виртуальной реальности, который направлен не только на развлекательные задачи, но и на задачи реабилитации, является exergame, или эксергеймы - это активные видеоигры, которые совмещают игровой процесс с физическими упражнениями. Они призваны мотивировать и вовлекать пользователей в физическую активность, делая ее более увлекательной и интерактивной (Zinchenko, Veraksa, Leonov, 2011). Эксергеймы можно использовать как с экранами, так и совмещать с системами виртуальной реальности.

Основные особенности эксергеймов:

1. Интеграция движений тела: игроки применяют свои движения для контроля игры, что подразумевает физическую активность.

2. Сенсорные технологии: игровые устройства оснащены различными датчиками (оптическими и инерциальными) для регистрации движений игрока. Также датчики могут быть оснащены вибро отдачей для обеспечения взаимодействия с предметами.

3. Игровые элементы: физические упражнения интегрированы в игровой процесс, что делает их более интересными и мотивирующими.

Преимущества эксергеймов:

1. Повышение мотивации к физической активности.

2. Возможность заниматься в домашних условиях.

3. Подходят для людей разного возраста и уровня физической подготовки.

Однако эффективность эксергеймов может зависеть от индивидуальных психологических факторов, таких как неудовлетворенность образом тела. Исследования показывают, что возможность видеть себя на экране во время игры может по-разному влиять на людей с разным уровнем неудовлетворенности своим телом (Song et al., 2012; Song et al., 2014).

В целом, эксергеймы представляют собой перспективный инструмент для продвижения физической активности, но необходимы дальнейшие исследования для понимания их эффективности в различных группах населения и контекстах.

Использование подобных технологий (эксергеймов) стало значительным прогрессом в области нейротехнологий и нейрореабилитации.

Эксергеймы оснащены, как правило, Трехмерным трекингом -- позволяют регистрировать движения в трёхмерном пространстве и создавать игровые задания с учётом трёхмерности человеческих движений. Сегодня это обычно реализуется двумя синхронизированными камерами отслеживания движений.

Пациент сидит или стоит перед телевизором, выполняя движения, демонстрируемые анимационным персонажем, например, пытаясь избежать столкновения с виртуальным препятствием (фонарным столбом) или поймать виртуальный объект (плавающую рыбу).

Эксергеймы находят широкое применение в реабилитации, поскольку они предлагают увлекательный и интерактивный способ выполнения терапевтических упражнений. Вот несколько примеров использования эксергеймов в реабилитации:

1. Нейрореабилитация: Эксергеймы могут помочь пациентам с неврологическими нарушениями, такими как инсульт, травмы головного мозга или рассеянный склероз, улучшить моторные функции, координацию и равновесие.

2. Ортопедическая реабилитация: Пациенты, восстанавливающиеся после травм или операций на опорно-двигательном аппарате, могут

использовать эксергеймы для улучшения диапазона движений, силы и выносливости.

3. Кардиореабилитация: Эксергеймы могут быть использованы для улучшения сердечно-сосудистой функции и выносливости у пациентов, перенесших сердечный приступ или операцию на сердце.

4. Реабилитация пожилых людей: Эксергеймы могут помочь пожилым людям улучшить равновесие, снизить риск падений и поддерживать когнитивные функции.

5. Педиатрическая реабилитация: Дети с двигательными нарушениями или задержками развития могут использовать эксергеймы для улучшения моторных навыков и координации в увлекательной форме.

Для пациентов с различными нарушениями опорно-двигательного аппарата (ОДА) одним из серьезных испытаний являются произвольные движения, выполняемые в момент поддержания вертикальной позы (Chen et al., 2021). Известно, что основное количество падений больных происходит в момент выполнения ими бытовых операций, как, например, попытка достать какой-нибудь предмет с верхней полки на кухне, завязывания шнурков обуви, перемещений в ванной комнате и др.

Потенциально эффективным для восстановления устойчивости вертикальной позы также может быть использование виртуального велотренажера или горнолыжного спуска. В первом случае человек, сидящий на велотренажере, видит велосипедную трассу на дисплее, вмонтированном в шлем, и таким образом ощущает себя едущим по трассе со всеми возможными поворотами и неожиданными изменениями пути. Эта система использовалась в основном для тренировки здоровых испытуемых. Но поскольку велотренажер закреплен в фиксированном положении и обеспечивает надлежащий уровень безопасности, эта система может быть также использована для улучшения равновесия у больных с различными проявлениями позного дефицита (Tahmosybayat et al., 2018).

В обзоре G. Barry и соавт. (2014) были проанализированы результаты применения игровых систем, основанных на воспроизведении различных упражнений для тренировки, в том числе и баланса, в реабилитации больных с болезнью Паркинсона. Для анализа было отобрано 7 исследований, из них в 6 использовалась игровая система Nintendo Wii fit platform и в одном — Sony Playstation Eye Toy.

Исследователи обнаружили, что большинство пациентов с болезнью Паркинсона успешно используют игровые системы. Однако в одном из семи исследований некоторые пациенты испытывали трудности при выполнении сложных игровых задач. В шести из семи исследований было установлено, что использование игровых систем улучшает устойчивость при стоянии и уменьшает двигательные симптомы. Согласно результатам рандомизированного контролируемого исследования, проведённого Pompeu J.E. и соавторами в 2012 году (Pompeu et al., 2012), компьютерные игры и традиционные упражнения для развития баланса одинаково эффективно улучшают двигательную активность пациентов по шкале UPDRS II[2], устойчивость при стоянии и когнитивные функции. Улучшение сохраняется даже спустя два месяца после завершения тренировок. В заключении обзора исследователи приходят к выводу о перспективности использования игровых систем при болезни Паркинсона, но подчёркивают необходимость дальнейших исследований для определения их безопасности и клинической эффективности, особенно в домашних условиях.

Использование технологий виртуальной реальности в процессе реабилитации пациентов с проблемами моторики и когнитивных функций может ускорить восстановление двигательных способностей повреждённой части тела. Это обусловлено переключением внимания спортсмена с

[2] Унифицированная шкала оценки болезни Паркинсона Международного общества расстройств движений. Эта шкала используется для оценки тяжести симптомов заболевания и применяется в диагностике болезни Паркинсона.

сознательного контроля опорно-двигательной системы на виртуальную реальность, что позволяет снизить напряжение и скованность в конечностях.

Технологии виртуальной реальности значительно улучшают удобство, комфорт и результативность реабилитационных занятий. Благодаря игровому формату упражнений, обратной связи и индивидуальному подбору упражнений в зависимости от характера и сложности травмы, пациенты проявляют больший интерес и удовлетворённость процессом восстановления. Это, в свою очередь, повышает эффективность реабилитационных мероприятий.

У пациентов с поражением сенсорных и ассоциативных областей мозга часто нарушается способность компенсировать зрительное восприятие и поддерживать равновесие, опираясь на внутренние проприоцептивные и вестибулярные сигналы.

Было показано, что помещение больного в виртуальное пространство с конфликтующими сенсорными входами является эффективным способом улучшить сенсорную адаптацию, необходимую для сохранения равновесия.

Е.А. Кешнер и Р.В. Кеньон обучали пациента с вестибулярными нарушениями сохранять равновесие, стоя на подвижной стабилоплатформе (Keshner, Kenyon, 2000). Изменение положения виртуального пространства в медиально-латеральном направлении при смещении платформы вперёд и назад способствовало улучшению способности пациента поддерживать равновесие в условиях поступления противоречивой информации.

Выполнение когнитивно-моторных реабилитационных заданий, аналогичных эксергеймам, соотносится с интеллектуальным уровнем построения движений по Н.А. Бернштейну (уровень Е), за реализацию которого в большей степени отвечают лобные отделы коры больших полушарий, связанные с программированием, регуляцией и контролем деятельности, в частности – осуществлением двигательных действий. Следовательно, в отличие от осуществления движения на уровне пространственного поля (уровень С), например, когда пациента просят

выполнить какое-либо действие (поднять руку или ногу), а также в отличие от простых предметных действий (уровень D), когда пациента, например, могут попросить взять предмет в руку, выполнение когнитивных и моторных задач в рамках игровой ситуации приводит к переходу двигательного акта на более высокий уровень организации движений — интеллектуальный уровень построения движения, включающий лобные доли коры больших полушарий (БП). В этой ситуации сознательному контролю поддаётся только высший уровень построения движения — сама интеллектуальная задача, стоящая перед пациентом (например, поймать виртуальный мяч, отбить его и избежать столкновения с препятствиями).

5.2. Использование виртуальной среды в реабилитации моторных и когнитивных функций у участников боевых действий

В предыдущих разделах описаны преимущества и научная обоснованность использования эксергеймов для реабилитации когнитивных и моторных функций человека. Для реабилитации когнитивных и моторных функций у ветеранов боевых действий нами была выбрана для апробации виртуальная среда (эксергейм) Upgrade VR (Upgrade VR в Steam).

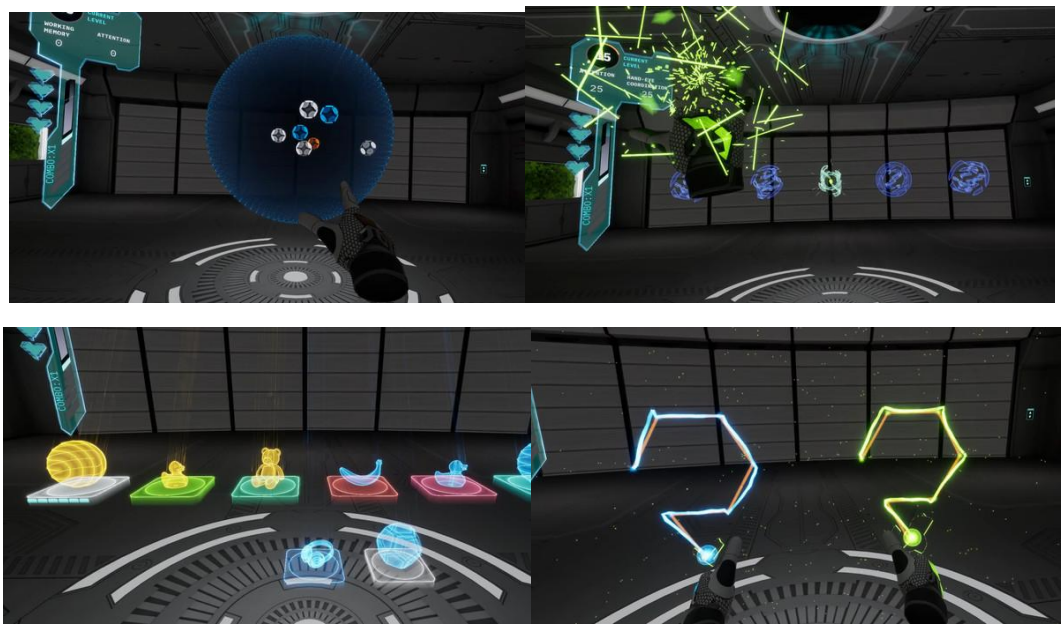


Рисунок 5.1 – Пример виртуального контента среды Upgrade VR

В разработке приложения участвовали специалисты-нейропсихологи. Виртуальная среда представляет из себя набор моторных и когнитивных тестов, выполненных в игровой форме для широкого спектра систем виртуальной реальности. Присутствуют упражнения на память, концентрацию и устойчивость внимания, реакцию, координацию и стрессоустойчивость. После окончания теста пользователь получает информацию о прохождении и попадает на соответствующую позицию в списке лучших игроков. Интерфейс приложения выполнен на английском и русском языках, что значительно повышает его применимость. На рисунке 5.1 представлен пример виртуального контента Upgrade VR.

Во время прохождения тестов испытуемые показывали вовлеченность, было отмечено повышение двигательной активности конечностей, в которых наблюдался парез или другие двигательные нарушения. В интервью пациенты могли отмечать наличие существенного ограничения подвижности конечности в бытовых ситуациях. При этом во время прохождения теста они нередко начинали больше и свободней использовать конечность (более амплитудные движения выполнять), испытуемые отмечали, что временно забывали о боли, будучи вовлечены в процесс.

На рисунке 5.2 представлен пример испытуемого, у которого наблюдались сложности с движением (он использовал костыли для передвижения). В начале исследования он говорил, что не сможет выполнить когнитивно-моторную задачу, а также – что ему очень сложно стоять на двух ногах без костылей. Спустя 15-20 минут он встал и выполнял задание стоя, поскольку в этом положении больше свободы для действий – можно более эффективно выполнять задачу в виртуальной среде.



Рисунок 5.2 – Пример прохождения пациентом когнитивно-моторных задач в виртуальной среде Upgrade VR. *Слева: начало исследования (пациент пришел с опорой на костыли), справа: спустя 15-20 минут (пациент стоя выполнял когнитивно-моторные задачи).*

В то же время, информация о прохождении теста представляется весьма ограниченной для исследований и диагностики, продолжительность тестов велика, что не позволяет провести в короткое время комплексное исследования различных функций пациента. Отдельные тесты могут быть неудобными для пациентов с определенными формами инвалидности (например, в тесте на реакцию стимулы, которые испытуемый должен ловить руками могут появиться слишком высоко для пациента на инвалидной коляске, и не имеется способа обеспечить доступность этого эксперимента при помощи настроек. Большинство тестов так или иначе требуют использование обеих рук, для делает их недоступными для части пациентов. Также фактором неудобства стало обязательное подключение к сети Интернет для работы с приложением.

5.3. Возможности совмещения виртуальной реальности и стабилографии в реабилитации моторных и когнитивных функций у участников боевых действий

В ряде исследований показана эффективность использования технологий виртуальной реальности в востановлении постурального баланса (Akizuki et al., 2005; Tossavainen, 2006; Nishiike et al., 2013), в том числе с использованием стабилографии (Tossavainen, 2006; Oddsson, 2007). В таких исследованиях могут использоваться либо конфликтующие сенсорные входы, либо парадигмы «движущейся комнаты». Оба подхода основаны на идее предоставления визуальных искажений, которые нарушают стабильность восприятия пространства и ориентации тела в нём. В рамках парадигмы «движущейся комнаты» участники стоят перед движущейся стеной, которая перемещается по передней-задней оси. Это приводит к несоответствию между зрительной информацией и положением тела, что вынуждает полагаться на проприоцептивную и вестибулярную информацию для поддержания равновесия. Также в ряде реабилитационных направлений по восстановлению локомоторных функций при различных двигательных нарушениях используется методика обучения ходьбе с использованием частичной поддержки веса тела (Oddsson et al., 2007).

Таким образом, совмещение виртуальной реальности и стабилоплатформы является перспективным направлением в нейрореабилитации локомоторных функций различного генеза.

В рамках работы с участниками боевых действий была протестирована возможность использования стабиологрии с установленными специальными видеоиграми, а также возможность ее совмещения с системами виртуальной реальности.

Для этих задач был использован стабилометрический комплекс Neurocor для оценки постуральной функции и реабилитации методом БОС (биологической обратной связи).

Основной измерительной частью стабилометрического комплекса является стабилометрический помост (стабилограф). Он представляет собой жесткую плиту на трех или четырех опорах, которые механически связаны с датчиками силы. Датчики силы регистрируют вертикальные составляющие реакции опор, по которым вычисляются координаты точки приложения реакции опоры (центра давления (ЦД)) на ступни испытуемого со стороны плоскости стабилографа.

При анализе данных стабилограммы выделяют следующие виды анализа постурального баланса:

Статокинезиограмма — графическое представление траектории движения ЦД в процессе исследования.

Стабилограмма — это проекции статокинезиограммы на координатные оси OX и OY платформы. X – стабилограммой во фронтальном направлении и Y – стабилограммой в сагиттальном направлении.

Баллистограмма — это измеряемый стабилографом вес тела, находящегося на нем, в каждый момент времени.

На рисунке 5.3 представлен пример прохождения пациентов исследования на стабиллографе.



Рисунок 5.3 – Пример прохождения пациентом исследования на стабилографе

На рисунках 5.4а и 5.4б представлены графики статокинезиограммы и стабилограммы на пациентах (участники боевых действий) с нарушениями

ОДА в условиях с открытыми глазами и закрытыми глазами. Данные графики отображают перемещение центра давления (ЦД) в реальном времени.

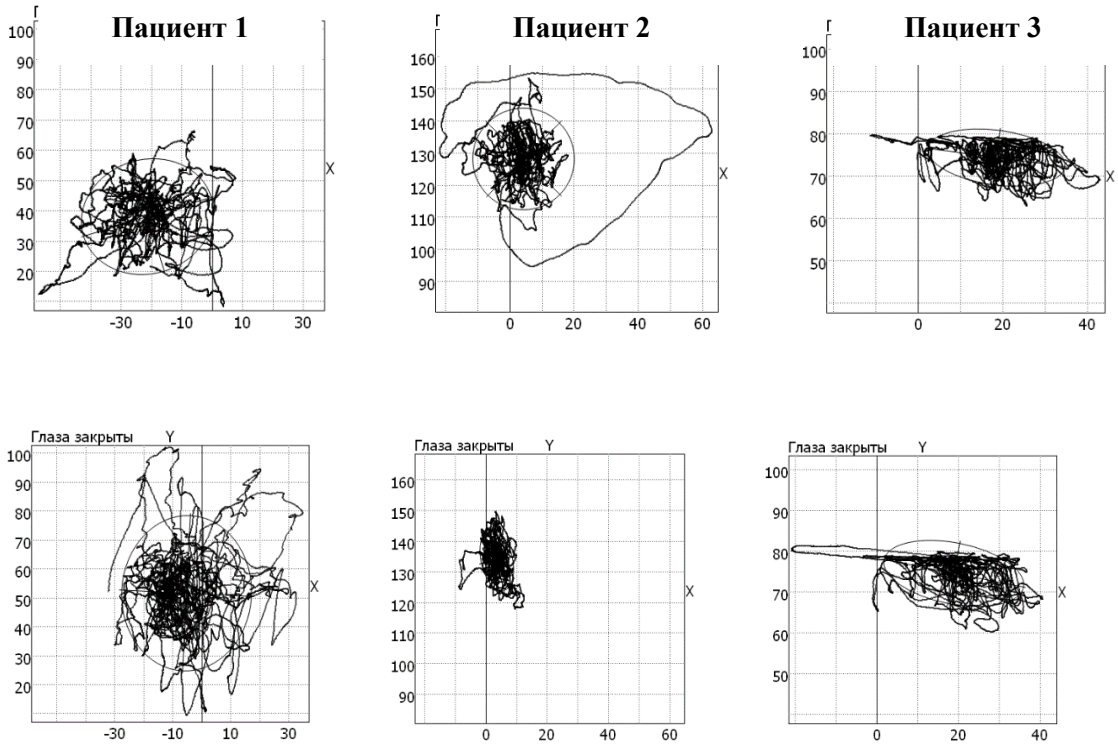


Рисунок 5.4а – Статокинезиограмма на пациентах (участники боевых действий) с нарушениями ОДА в условиях с открытыми глазами (вверху) и закрытыми глазами (внизу)

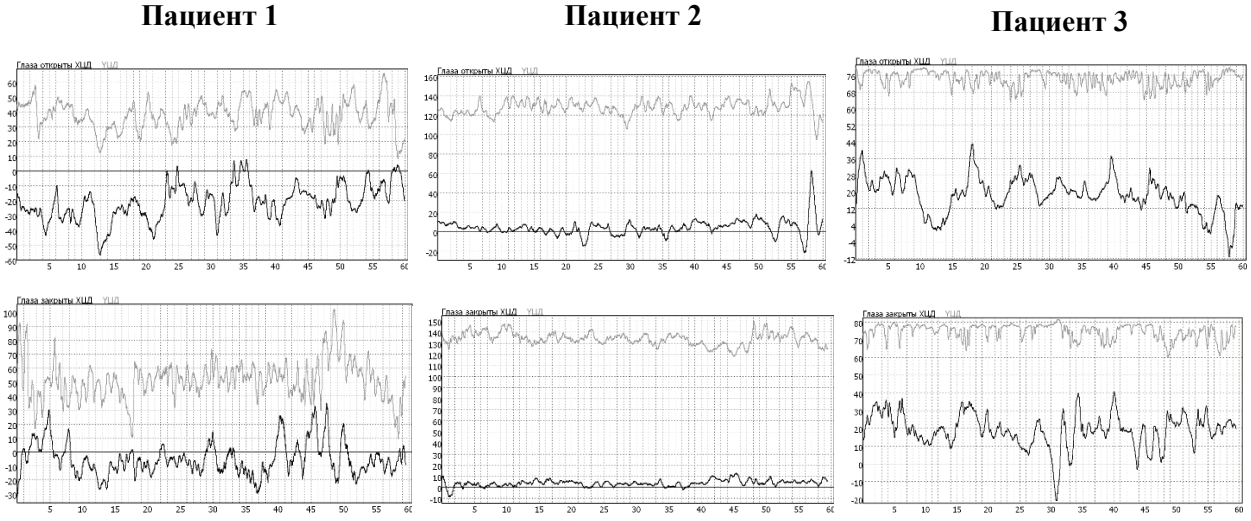


Рисунок 5.4б – Стабилограмма на пациентах (участники боевых действий) с нарушениями ОДА в условиях с открытыми глазами (вверху) и закрытыми глазами (внизу)

Примеры методик, используемых при анализе статокинезиограмм:

Оценка биомеханических данных: длина (L) и площадь (S) статокинезиограммы с открытыми (ОГ) и закрытыми глазами (ЗГ). Эти показатели позволяют оценить статические характеристики вестибулярных функций.

Симметричность основной стойки: оценка среднего положения центра давления (ЦД) в сагиттальной (Y) и фронтальной плоскостях (X) и их среднеквадратичного отклонения (SqD X, SqD Y).

Соотношение вклада зрительной и проприоцептивной систем в стабильность: коэффициент Ромберга (QR) рассчитывается как соотношение площади статокинезиограммы с ОГ и ЗГ.

Энергетические затраты на поддержание положения тела: энергоиндекс (Ei) определяет энергетические затраты пациента для удержания себя в вертикальном положении.

Визуальная оценка: стабилограмма — перемещение ЦД как функция от времени, статокинезиограмма — смещение ЦД, представленный в виде графика, и график спектрального анализа стабилограммы.

В процессе анализа исследуются следующие параметры:

разность колебаний центра масс объекта (проекции на стабилоплатформу);

скорость и траектория колебаний (получение статокинезиограммы).

По результатам анализа стабилограммы строится график перемещения центра давления.

В норме при отсутствии нарушений постурального баланса, а также поражений ОДА результаты анализа стабилометрических данных отражают форму поверхности частоты появления интервалов движения с постоянной скоростью («нормалоид»), имеющую специфическую конфигурацию, зависящую от анатомических и функциональных патологий костно-суставного аппарата, мышечной и нервной систем. Это позволяет

дифференцировать нарушения функции равновесия по двигательной, управляющей и опорной подсистемам.

В работе обоснована перспектива использования технологий ВР и эксергеймов в реабилитации когнитивных и моторных функций у ветеранов боевых действий. Эксергеймы, сочетая физическую активность с игровым контекстом, повышают мотивацию и вовлеченность пациентов, что обеспечивает более быстрый и эффективный процесс реабилитации. Вместе с тем, необходимо также учитывать индивидуальные особенности пациентов.

Интеграция ВР со стабилографией позволяет объективно оценивать нарушения постурального баланса, что открывает новые возможности для дифференцированной реабилитации (Pirini et al., 2018; Weber at al., 2020; Rosiak et al., 2022).

5.4 Адаптация спортивных виртуальных сред в качестве терапевтических средств для реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий

5.4.1 Адаптация специализированных виртуальных сред «Хоккей» и «Вольная борьба» в качестве терапевтических средств для реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий после ампутации нижней конечности

Восприятие пространства является основой взаимодействия человека с окружающей средой и играет ключевую роль в его способности ориентироваться в ней. Пространственные отношения неразрывно связаны с отражением окружающего мира, что проявляется в ощущениях и восприятиях (Колесникова, 2007).

Существенный вклад в изучение пространственного восприятия внес И.М. Сеченов. Он впервые выделил сходство между зрительным и осязательным восприятием, подчеркивая, что оба являются «высшими органами чувств» (Сеченов, 1952). Также важный вклад в изучение

пространственного восприятия был сделан Г.И. Челпановым, который говорил о концепции субъективной формы пространства, согласно которой пространство в сознании не является готовым понятием, а представляет собой результат процесса отражения. Он акцентировал внимание на процессуальности восприятия, подчеркивая, что пространственный образ спонтанно порождается, а не воспроизводится из заранее известных элементов (Челпанов, 1896; Челпанов, 1904).

Функциональная асимметрия парных анализаторов играет важную роль в отражении пространственных свойств предметов. Функциональная асимметрия проявляется в доминировании одной стороны анализатора, однако отношения между сторонами динамичны. Например, предпочтение правой руки в среднем выявлено у 88,2%, правой ноги у 81,0%, правого глаза у 71,1% и правого уха у 59,1% людей (Александров, 2014).

Считается, что функциональная асимметрия работы полушарий головного мозга обусловлена тремя факторами: индивидуальными характеристиками функционирования каждого полушария, особенностями межполушарных взаимодействий и асимметрией окружающего пространства (Александров, 2014). У большинства людей правая рука больше и сильнее левой, а у 97% мужчин размер кисти правой руки превышает размер левой. Точность движений правой руки снижается при перемещении вправо, а левой — влево. В ногах также наблюдаются различия: у детей в рефлексе переступания чаще преобладает правая нога. Сенсорные асимметрии представляют собой функциональное неравенство правой и левой частей органов чувств (зрения, слуха, обоняния, вкуса, тактильных ощущений). Например, ведущий глаз определяет ось зрения, быстрее аккомодируется и имеет большую остроту. Аналогично у доминантной половины других органов чувств (слуха, вкуса и т.д.) пороги восприятия выше (Александров, 2014).

Психофизиологическая асимметрия проявляется различиями в психической деятельности и физиологических процессах, связанных с

активностью левого и правого полушарий головного мозга. Правое полушарие доминирует в обработке пространственной информации, топографических отношений, целостном восприятии объектов и ориентации в окружающей среде. Например, при поражении правого полушария наблюдаются нарушения восприятия схемы тела и ориентации в пространстве. Оно обеспечивает симультанное (одновременное) восприятие пространственных структур, в отличие от считающегося более аналитическим левого полушария (Александров, 2014; Лурия, 2020). В связи с этим исследование ориентировки в пространстве необходимо для диагностики мозговых поражений (Баулина и др., 2023). Ориентировка включает восприятие координат (верх — низ, право — лево) и является комплексным процессом, в котором участвуют зрительное восприятие, вестибулярный анализ и кинестетические сигналы от ведущей руки (Лурия, 2020).

Ампутация конечности оказывает серьезное влияние на физическое состояние, психологическое здоровье и социальные аспекты жизни человека (Horgan, MacLachlan, 2004). Получение ранения в ходе боевых действий является тяжелейшим психотравмирующим фактором, оказывающим специфическое влияние на человека, во многом определяя особенности социально-психологической адаптации после возвращения к мирной жизни (Лазебная, Зеленова, 1999; Пушкарев и др., 2000). В структуре санитарных потерь в современных локальных войнах одно из ведущих мест (от 52 до 66%) занимают ранения конечностей (Караяни, Полянский, 2003).

При ампутации происходит полное и резкое отключение всех афферентных и эфферентных нервов ампутированной конечности от центральной нервной системы, что вызывает реорганизацию нейронных сетей в соответствующей области сенсомоторной коры, а также снижение ее функциональной связи с общей сенсомоторной сетью, которая со временем снижается еще больше (Kolb et al., 2014; Makin et al., 2015; von Bernhardi et al., 2017).

Реорганизация может приводить к феномену, когда тактильная стимуляция лица воспринимается как стимуляция фантомной руки. Это создает конфликт между реальным пространственным расположением стимула (лицо) и воспринимаемым (фантомная рука), потенциально нарушая точное восприятие сенсорных событий в пространстве (Collins et al., 2018). Особенно это касается периперсонального пространства (область хвата руки), которое значительно изменяется при ампутации конечностей (Polikanova et. al, 2024). Различные исследования на основе поведенческих и зрительно-моторных тестов показывают, что периперсональное пространство, ассоциированное с отсутствующей конечностью, часто сужается или даже «исчезает» из внутреннего представления (Левик, 2012; Stone et al., 2021; Smit et al., 2023; Polikanova et al., 2024).

Одним из ключевых результатов нейровизуализации у ампутантов является функциональная реорганизация моторных и соматосенсорных кортикальных областей в обоих полушариях, особенно у ампутантов верхних конечностей (Dettmers et al., 2001; Lotze et al., 2001). Наблюдается расширение смежных кортикальных представительных областей и «вторжение» представления лица или плеча в зону представления ампутированной руки. У односторонних ампутантов, представляющих движение фантомной руки, была зафиксирована повышенная активация контралатеральной первичной моторной коры (Lotze et al., 2001), особенно в области лица (MacIver et al., 2008). Однако исследований функциональной реорганизации сетей, связанных с обработкой представлений тела у ампутантов нижних конечностей, в настоящее время достаточно мало.

Также до конца не понятны причины и механизмы возникновения фантомных болей. Согласно некоторым данным, фантомные ощущения испытывают до 96% ампутантов, из которых до 69% отмечают болезненность фантомов (Fraser et al., 2001). В некоторых работах отмечается несимметричность проявления фантомного синдрома в зависимости от стороны ампутации. По данным Халлиган (Halligan, 2002), «болевой

галлюциноз» — послеампутационный фантомно-болевой синдром — возникает в 66% левосторонних и 34% правосторонних ампутаций (при прочих сопоставимых условиях). Неравномерность частоты проявления фантомного синдрома в данном случае объясняется функциональной асимметрией мозга: левое полушарие (доминантное у правшей) обрабатывает вербальную информацию, а правое (субдоминантное) — образные и эмоциональные сигналы. Высокая эмоциональная насыщенность болевых импульсов приводит к их большей «запоминаемости» правым полушарием, что объясняет частоту фантомного синдрома на левой стороне тела у правшей (Pacek et al., 2020). По данным исследования У. Триггс (Triggs et al., 1999) по измерению порога возникновения вызванных моторных потенциалов при транскраниальной магнитной стимуляции, была обнаружена значительная асимметрия между испытуемыми-правшами и левшами, заключающаяся в том, что у правшей наблюдалось значительно больше участков кожи головы с левой стороны, стимуляция которых вызывала моторный ответ. При этом у левшей обратная тенденция не наблюдалась: с правой стороны (доминирующей для левшей) наблюдалось меньше участков кожи головы, стимуляция которых вызывала моторный ответ, чем с левой. Авторы объясняют феномен асимметрией кортикоспинальной двигательной системы, которая проявляется независимо от доминирующей руки.

Целью даннойчасти работы является выявление особенностей восприятия пространства у пациентов с ампутацией нижней конечности в сравнении с испытуемыми, получившими серьезные ранения, но без полной ампутации нижней конечности, а также со здоровыми добровольцами (контрольной группой) в условиях виртуальной реальности (ВР). Использование технологии ВР позволяет проводить исследования восприятия пространства даже при ограничениях мобильности участников (Zinchenko et al., 2010). Восприятие пространства в нашем случае тестировалось с помощью заданий на скорость реакции в разных условиях, в частности, на появление стимула, на начало его движения, а также в задаче на определение

направления движения стимула влево или вправо. Стимулы появлялись в каждой серии в случайном порядке на расстоянии 9 или 18 метров с одинаковой вероятностью.

В качестве гипотез выдвинуты следующие предположения:

1. Особенности восприятия пространства в виртуальной реальности у пациентов с ампутацией правой нижней конечности будет отличаться от восприятия пространства у пациентов с ампутацией левой нижней конечности, что будет проявляться в значимых различиях во времени реакции на различные зрительно-моторные задачи (на появление стимула, начало движения стимула, на определение направления движения стимула, вылетающего из центра поля и перемещающегося в правую или левую область).

2. Особенности восприятия пространства в виртуальной реальности у пациентов с ампутацией нижних конечностей будут отличаться от особенностей восприятия пространства у пациентов с боевыми ранениями, но без ампутаций, а также со здоровыми добровольцами (контрольной группой), что будет проявляться в значимых различиях во времени реакции на различные зрительно-моторные задачи (на появление стимула, начало движения стимула, на определение направления движения стимула, вылетающего из центра поля и перемещающегося в правую или левую область).

Было обследовано 54 человека (100% мужчины), в возрасте от 20 до 54 лет, разных воинских званий, срочной и контрактной службы. Все пациенты получили боевые травмы различной степени тяжести. Ранения были получены в период с 2023 по 2025 г. (2023 — 10%; 2024 — 84%; 2025 — 6%). В среднем исследование проводилось на 5-й месяц после ранения. Данные собирались в период с октября 2024 по февраль 2025 г. Информация о состоянии здоровья пациентов, особенностях и сроках ранений представлена в приложении 10. Реабилитанты были разделены на 3 группы. В первую группу вошли пациенты с ампутацией правой нижней конечности (n = 12) в возрасте от 26 лет до 51

года, средний возраст 36,6 лет, SD = 8,7. Во вторую группу вошли пациенты с ампутацией левой нижней конечности (n = 20) в возрасте от 22 до 49 лет, средний возраст 36,5 лет, SD = 7,6 года. В третью группу вошли пациенты, получившие ранения без ампутации (как правило, огнестрельные переломы конечностей, позвоночника, головы) (n = 22) в возрасте от 21 до 51 года, средний возраст 35 лет, SD = 9,5. Контрольную группу составили 36 мужчин, преимущественно студентов вузов, в возрасте от 18 до 25 лет, средний возраст 23 года, SD = 4,3.

Таким образом, суммарно в исследовании приняли участие 90 человек.

В исследовании использовался шлем HTC VIVE Pro с двумя базовыми станциями. Виртуальная среда отображалась в шлеме HTC Vive Pro Eye, с частотой обновления кадров 90 Гц (Polikanova et al., 2024). Звук выводился через наушники шлема. Движение и положение шлема в пространстве отслеживались с помощью двух базовых станций SteamVR 2.0. Использовался ноутбук с ВР-средой и видеокартой GeForce RTX 4070. Для регистрации ответов испытуемых использовалась проводная клавиатура Genius KB-110, на которой были оставлены четыре буквенные клавиши (Ф, Ы, Д, Ж). В настоящем исследовании использовались только две клавиши — Ы и Д, на которых располагались указательные пальцы испытуемых. Остальные клавиши (буквенные) были удалены для того, чтобы испытуемый мог на ощупь быстро находить нужные для ответа клавиши, находясь в шлеме VR (Рисунок 5.5).

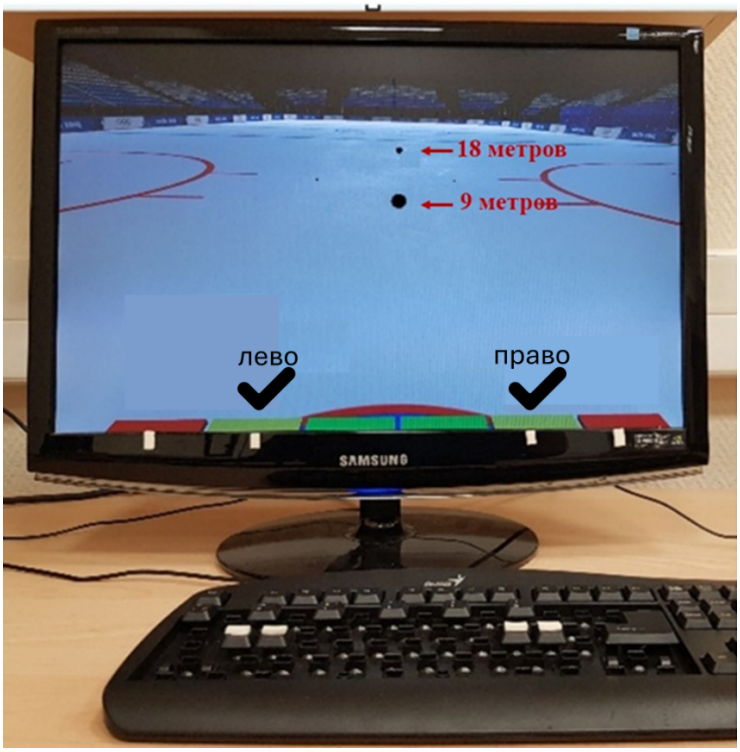


Рисунок 5.5 – Монитор, на котором отображаются ледовая арена, зоны ворот и места подачи шайбы

Для тестирования времени реакции на появление и направление движения стимулов была разработана виртуальная среда, получившая название «VR-хоккей», подробное описание которой представлено в статье (Леонов и др, 2020; Беспалов и др., 2025). Во всех сериях участник выполняет задания в шлеме виртуальной реальности, он видит арену с позиции вратаря, стоящего на линии ворот. Шайбы предъявляются в середине визуального пространства на одном из двух расстояний (9 или 18 м). Участнику ставилась задача максимально быстро нажимать на кнопку на клавиатуре при появлении или движении шайбы. Регистрировалось латентное время двигательной реакции от момента предъявления шайбы до момента нажатия на клавишу ответа. Если ответ дан в течение первых 100 мс (0,1 сек) после показа шайбы, то он считался ошибочным («фальстартом») и сопровождался звуковым сигналом.

Эксперимент состоял из трех тестовых сессий:

1-я сессия. Оценка времени реакции на появление стимула. Всего было 20 проб, в которых рандомно шайба 10 раз появлялась на расстоянии 18 м и 10 раз на расстоянии в 9 м. Регистрировалось время реакции на появление шайбы.

2-я сессия. Оценка времени реакции на начало движения стимула. Испытуемому ставилась задача нажимать клавишу как можно быстрее, когда шайба, появлявшаяся на ледовом поле, начинала двигаться в его сторону. Начало движения шайбы варьировало в диапазоне 1–2 сек после ее появления. Шайба двигалась равномерно, время ее движения составляло 0,45 сек на расстоянии 9 м и 0,72 сек на расстоянии 18 м. Всего проводилось 20 проб, в которых шайба 10 раз начинала движение с 18 м и 10 раз с 9 м.

3-я сессия. В третьей сессии оценивалось время реакции в задаче определения направления движения стимула из центральной области в правую или левую сторону. Испытуемых просили нажимать правую клавишу правой рукой, когда шайба начинала двигаться вправо, и левую клавишу левой рукой при движении влево. Начало движения шайбы варьировало в диапазоне 1–2 сек после ее появления. Всего проводилось 40 проб: 20 раз шайба двигалась вправо (по 10 раз на расстоянии 9 и 18 м) и 20 раз влево с аналогичным распределением.

Сравнительный анализ проводился с использованием программы Jamovi 2.4.1. Использовался дисперсионный анализ ANOVA для независимых выборок ($\alpha = 0,05$), поскольку почти по всем параметрам было получено нормальное распределение. Также для проверки и уточнения данных использовался непараметрический аналог ANOVA — критерий Краскела — Уоллиса ($\alpha = 0,05$) с поправками на множественные сравнения.

Для проверки гипотез исследования проведен дисперсионный анализ ANOVA с включением четырех групп испытуемых: с полной или частичной ампутацией левой ноги (ЛА), с полной или частичной ампутацией правой ноги (ПА), получивших ранения, но без ампутации (БА), группы контроля условно здоровых испытуемых (ГК).

В приложении 11 приведены результаты дисперсионного анализа ANOVA показателей времени реакции в 4 группах отдельно по каждой из трех серий, а также результаты Post Hoc сравнения (критерий Тьюки для дисперсионного анализа ANOVA и критерий Двасса – Стилла – Критчлоу – Флигнера для теста Краскела – Уоллиса).

Результаты статистического анализа продемонстрировали, что пациенты с ампутацией левой нижней конечности (группа ЛА) не отличаются от группы с ампутацией правой нижней конечности (ПА) по времени реакции на различные зрительно-моторные задачи (на появление стимула, начало движения стимула, на определение направления движения стимула, вылетающего из центра поля и перемещающегося в правую или левую область).

Согласно полученным в результате дисперсионного анализа данным, группа ЛА реагирует значимо быстрее группы БА во второй серии на дистанции 9 м; одновременно значимо медленнее по сравнению с ГК в третьей серии при предъявлении стимула на дистанции 9 м в случае движения шайбы в левую область поля, а также на дистанции 18 м для обоих направлений. Группа ПА реагирует значимо медленнее группы ГК в третьей серии при предъявлении стимула на дистанции 18 м. Группа БА показала значимо более медленное время реагирования по сравнению с группой ГК во всех трех сериях при предъявлении стимула на дистанции 18 м, а также в третьей серии на дистанции 9 м при условии полета шайбы в левое поле пространства.

Согласно данным исследований, представление собственного тела возникает из непрерывного и постоянного обновления информации, поступающей снизу вверх (bottom-up процессов) и сверху вниз (top-down процессов) (Palermo et al., 2014), как от внутренних, так и от внешних телесных воздействий. Эти входные данные охватывают различные источники информации (например, визуальную, проприоцептивную, интероцептивную, ноцицептивную, информацию о движениях и т.д.), и их взаимодействие позволяет формировать представления о теле (Di Vita et al., 2016). Ампутация

конечности приводит к нарушению обоих, bottom-up и top-down процессов. В частности, было обнаружено, что потеря информации, которая следует за ампутацией доминантной конечности, влияет на визуально-пространственную репрезентацию тела (Palermo et al., 2014), то есть на представление тела, не ориентированное на действия (Di Vita et al., 2016), а также на сенсомоторную репрезентацию тела (Nico et al., 2004), то есть ориентированную на действие репрезентацию тела (Di Vita et al., 2016). В частности, пациенты с ампутацией основной конечности демонстрируют сниженную способность представлять положение различных частей тела и их пространственные соотношения (Palermo et al., 2014), а также испытывают трудности в тестах на мысленную ротацию частей тела (Nico et al., 2004).

Однако другими авторами отмечается, что не имеет значения доминантность ампутированной конечности. К примеру, в работе Курце с коллегами показано, что пациенты с ампутацией как доминирующей, так и недоминирующей нижней конечности показали схожие результаты в задаче на ориентированное на действие представление тела (Curtze et al., 2010). Полученные нами результаты в целом согласуются с данным подходом. Нами не выявлены значимые различия между группами ЛА и ПА. При этом наблюдается заметный тренд, что ухудшение показателей времени реакции в сравнении с контрольной группой в большей степени проявляется у групп ЛА и БА. Группа ПА характеризуется менее сильными изменениями скорости реагирования (только в третьей серии на 18 м). Это может свидетельствовать о том, что характеристики пространственного восприятия меньше изменяются в случае ампутации доминирующей конечности (в нашем случае — правой ноги). Ампутация левой конечности сильнее влияет на восприятие пространства, что проявляется уже в задаче на определение начала движения стимула, а также на определение направления движения стимула.

Согласно нашим данным, наиболее сильное изменение восприятия пространства наблюдается у пациентов с боевыми ранениями, но без ампутаций (как правило, огнестрельные переломы конечностей,

позвоночника, головы). Важно отметить, что данная группа была весьма разнородна по характеру ранений. Вместе с этим большая часть пациентов характеризовались сложностями как в перемещении (локомоциях), так и в движениях конечностями, что могло отразиться как на скоростных параметрах, так и на особенностях восприятия пространства в связи с ограничением движений.

Результаты нашего исследования подтверждают сложность взаимодействия между характером боевых ранений и особенностями восприятия пространства при выполнении зрительно-моторных заданий. Несмотря на отсутствие значимых различий во времени реакции на пространственные стимулы между группами пациентов с ампутацией левой и правой нижних конечностей, мы показали, что результаты группы с ампутацией левой нижней конечности отличаются от данных группы контроля в большем числе заданий. В наибольшей степени это проявляется в задачах, связанных с определением направления движения стимула, особенно сильно – в случае движения стимула в левую часть пространственного поля.

Полученные данные подчеркивают важность учета типа ампутации при анализе визуально-пространственного восприятия у пациентов, а также необходимость изучения восприятия пространства у пациентов с боевыми ранениями, особенно учитывая разнообразие травм и их влияние на функциональные возможности. Полученные результаты могут быть использованы и учтены при разработке реабилитационных программ, направленных на восстановление не только физической функции, но и восприятия пространства.

В качестве ограничения исследования важно отметить, что особенности и характер ранений, а также индивидуальные различия между пациентами могут играть значительную роль в их реакциях и особенностях восприятия. В нашем исследовании группы участников были достаточно разнородны по характеру ранений, особенно это касается группы без ампутаций, что могло оказать влияние на результаты. В свою очередь это говорит о необходимости

дальнейших исследований влияния типов ранений на восприятие пространства.

В качестве ограничений исследования также следует отметить тот факт, что контрольная выборка (средний возраст 23 года, SD = 4,3) существенно отличалась по возрасту от всех экспериментальных групп (группа 1 — средний возраст 36,6 лет, SD = 8,7; группа 2 — средний возраст 36,5 лет, SD = 7,6 года), что могло повлиять на время реакции, поскольку с возрастом наблюдается постепенное замедление скорости реакции.

Виртуальная среда «Вольная борьба» не потребовала специальной адаптации, поскольку при выполнении заданий испытуемые должны находиться в положении сидя. Однако ВР среда «Вольная борьба» предполагает наличие минимального спортивного опыта в единоборствах для успешной реализации заданий. На рисунке 8 показан пример прохождения пациентом задания в среде ВР «Вольная борьба» (Рис. 5.6).



Рисунок 5.6 – Пример прохождения пациентами заданий в среде ВР, имитирующей вольную борьбу

Использование данной среды ВР характеризуется множественным назначением, обеспечивая возможность тренировать и развивать когнитивные подкомпоненты спортивных навыков, к примеру антиципации, особенно в ситуациях, когда реальные тренировки затруднительны (например, в случае травмы или во время процесса реабилитации). Также данная среда ВР, как и другие среды, дают возможность ознакомления с разными видами спорта, дает

основные ориентировочные основы профессиональной деятельности, что в свою очередь обеспечивает процесс не только реабилитации, но и ресоциализации и абилитации.

5.4.2 Адаптация виртуальной среды «VR-Биатлон» в качестве терапевтических средств для реабилитации участников боевых действий

В рамках исследования, проводимого с VR средой «VR-Биатлон», был реализован анализ получаемых данных с целью дальнейшего статистического сравнения разных групп людей по перечню параметров, которые потенциально могут отождествлять собой качество стрельбы и уровень подготовки реабилитанта к подобным нагрузкам и условиям (Рис. 5.7-5.9).



Рисунок 5.7 – Общий вид локации для проведения реабилитационного тренинга на ветеранах боевых действий с использованием виртуальной среды «VR-Биатлон»



Рисунок 5.8 – Тестирование системы виртуальной реальности «Биатлон 2024» на пациентах с нарушениями ОДА (участниках боевых действий), проведенное в военном санатории Архангельское, а также в Лечебно-реабилитационном центре в д. Голубое ФГБУ ФНКЦ МРиК ФМБА России



Рисунок 5.9 – Тестирование этапа «пробежка» системы виртуальной реальности «VR-Биатлон 2024» на пациентах с нарушениями ОДА (участниках боевых действий)

Разработанная технология ВР позволяет одновременно записывать несколько блоков данных: трекинг движений и перемещения винтовки (в случае адаптивного биатлона проводился только трекинг винтовки), психофизиологические данные (показатели электрической активности головы и сердца, а также другие параметры), окулография, сенсомоторные и временные параметры (скорость нажатия курка, время прицеливания и др.).

На данном этапе был проанализирован трекинг винтовки и временные показатели на разных группах испытуемых (новички, любители, профессионалы), результаты позволят оценить адекватность разработанного инструментария, а также выявить наиболее информативные показатели.

Трекинг винтовки осуществлялся на максимально доступной частоте для оборудования Antilatency – до 400 Гц. Для анализа брался отрезок времени в 1 секунду до выстрела выстрела.

В рамках исследования регистрировались координаты точек прицеливания на плоскости мишеней, положение и поворот винтовки, на основе которых подсчитывались следующие параметры: средняя длина кривой прицеливания и ее отклонения; средняя площадь области прицеливания и ее отклонения; средний счет и его отклонения; попадания; количество выстрелов; точность; время стрельбы.

Полученные результаты на группе биатлонистов (любители и профессионалы) и ветеранов боевых действий представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты дисперсионного анализа непараметрического теста Краскела-Уоллиса эффективности стрельбы в VR-биатлоне у трех групп испытуемых (биатлонисты любители, профессиональные биатлоносты, ветераны боевых действий)

Показатель	**группа**	**Mean**	**SE**	**S-W, p**	**χ^2**	**p**	**ε^2**	**PostHoc (DSCF)**
Средняя длина	1	7.093	0.728	0.027	62.34	< .001	0.5421	1 vs 2, p = 0.050 1 vs 3, p < .001 2 vs 3, p< .001
	2	4.785	0.319	0.572				
	3	26.266	1.194	< .001				
Средняя площадь	1	1.815	0.426	0.001	63.99	< .001	0.5564	1 vs 2, p = 0.050 1 vs 3, p < .001 2 vs 3, p< .001
	2	0.640	0.136	0.035				
	3	64.713	7.474	< .001				
Средний счет	1	3.629	0.497	0.076	23.14	< .001	0.2012	1 vs 2, p = 0.179 1 vs 3, p = 0.070 2 vs 3, p< .001
	2	5.200	0.391	0.215				
	3	2.408	0.165	0.011				
Откл. Длина	1	2.365	0.652	< .001	48.32	< .001	0.4202	1 vs 2, p = 0.151 1 vs 3, p < .001 2 vs 3, p< .001
	2	0.882	0.151	0.080				
	3	7.005	0.481	< .001				
Откл. Площадь	1	1.571	0.479	< .001	60.26	< .001	0.5240	1 vs 2, p = 0.055 1 vs 3, p < .001 2 vs 3, p< .001
	2	0.421	0.126	< .001				
	3	41.972	5.567	< .001				
Откл. счет	1	2.024	0.206	0.602	6.66	0.036	0.0579	1 vs 2, p = 0.785 1 vs 3, p = 0.114 2 vs 3, p = 0.142
	2	1.887	0.313	0.079				
	3	2.462	0.101	0.110				
Время стрельбы	1	79.118	14.486	0.028	8.87	0.012	0.0771	1 vs 2, p = 0.983 1 vs 3, p = 0.007 2 vs 3, p = 0.006
	2	71.583	10.298	0.169				
	3	39.927	3.002	< .001				
Ср. время на выстрел	1	11.882	2.452	< .001	16.35	< .001	0.1386	1 vs 2, p = 0.833 1 vs 3, p = 0.006 2 vs 3, p = 0.005
	2	13.000	2.529	0.042				
	3	6.558	0.474	< .001				
Точность	1	75.729	5.912	0.006	28.42	< .001	0.2450	1 vs 2, p = 0.082 1 vs 3, p = 0.044 2 vs 3, p < .001
	2	94.117	3.158	< .001				
	3	56.214	3.073	< .001				

Примечание: 1 – биатлонисты-любители (n=17), 2 – профессиональные биатлонисты (n=12), 3 – ветераны боевых действий (n=44). DSCF — попарные сравнения по методу Двасса — Стилла — Критчлоу — Флигнера. * p < 0,05, ** p < 0,01

Профессиональные биатлонисты и биатлонисты-любители демонстрируют значительно более высокую эффективность выполнения заданий в виртуальной среде VR-биатлон по всем исследуемым параметрам, что подтверждается, в том числе по дополнительному PostHoc анализу. В частности, они показывают более короткую среднюю длину траектории прицеливания, меньшую площадь прицеливания, более высокие значения

среднего счета и более высокую точность стрельбы. Следует отметить, что среднее время на один выстрел и суммарное время стрельбы у ветеранов боевых действий было короче в среднем в 1,5-2 раза. Точность при этом значимо ниже по сравнению с другими группами.

Апробация адаптированной среды VR-биатлон на ветеранах боевых действий проводилось в двух условиях (сидя и стоя) в соответствии с индивидуальными особенностями. Для сравнения этих условий мы провели дополнительный статистический анализ, который выявил отсутствие значимых различий в зависимости от условий стрельбы. Результаты статистического анализа представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты дисперсионного анализа непараметрического теста Краскела-Уоллиса эффективности стрельбы в VR-биатлоне у трех групп испытуемых (биатлонисты, ветераны боевых действий (стрельба сидя), ветераны боевых действий (стрельба стоя)

Показатель	**группа**	**Mean**	**SE**	**S-W, p**	**χ^2**	**p**	**ε^2**	**PostHoc (DSCF)**
Средняя длина	1	6.14	0.490	< .001	64.13	< .001	0.5577	1 vs 2, p< .001 1 vs 3, p < .001 2 vs 3, p =0.131
	2	25.05	1.611	< .001				
	3	28.69	1.502	< .001				
Средняя площадь	1	1.33	0.275	< .001	65.96	< .001	0.5736	1 vs 2, p< .001 1 vs 3, p < .001 2 vs 3, p = 0.106
	2	60.92	10.062	< .001				
	3	72.31	9.969	< .001				
Средний счет	1	4.28	0.359	0.207	20.41	< .001	0.1775	1 vs 2, p< .001 1 vs 3, p < .001 2 vs 3, p = 0.348
	2	2.57	0.203	0.091				
	3	2.09	0.276	0.121				
Откл. длина	1	1.75	0.407	< .001	51.16	< .001	0.4448	1 vs 2, p< .001 1 vs 3, p < .001 2 vs 3, p = 0.022
	2	6.28	0.563	< .001				
	3	8.46	0.853	0.003				
Откл. площадь	1	1.10	0.301	< .001	63.07	< .001	0.5484	1 vs 2, p< .001 1 vs 3, p < .001 2 vs 3, p = 0.055
	2	38.89	7.109	< .001				
	3	48.13	8.816	< .001				
откл. счет	1	1.97	0.174	0.297	7.47	0.024	0.0649	1 vs 2, p = 0.015 1 vs 3, p = 0.306 2 vs 3, p = 0.646
	2	2.52	0.115	0.045				
	3	2.35	0.199	0.679				
Точность	1	83.34	4.032	< .001	20.04	< .001	0.1728	1 vs 2, p< .001 1 vs 3, p < .001 2 vs 3, p = 0.452
	2	59.28	3.652	0.018				
	3	50.28	5.532	0.028				
	1	76.00	9.382	0.006	16.57	< .001	0.1404	1 vs 2, p< .001

Время стрельбы	2	40.07	3.439	< .001				1 vs 3, p =0.002 2 vs 3, p = 0.762
	3	39.64	5.901	< .001				
Ср. время на выстрел	1	12.34	1.751	< .001	17.14	< .001	0.1477	1 vs 2, p< .001 1 vs 3, p = 0.002 2 vs 3, p = 0.791
	2	6.60	0.571	< .001				
	3	6.47	0.865	< .001				

Примечание: 1 – биатлонисты (стрельба лежа), 2 – ветераны боевых действий (стрельба сидя), 3 – ветераны боевых действий (стрельба стоя). DSCF — попарные сравнения по методу Двасса — Стилла — Критчлоу — Флигнера. * p < 0,05, ** p < 0,01

Полученные результаты показывают, что группа ветеранов боевых действий, стреляющих сидя и стоя, статистически значимо отличаются от группы биатлонистов, стрелявших из положения лежа, по всем исследуемым показателям. Обе подгруппы ветеранов боевых действий между собой значительно отличаются лишь по одному показателю — отклонению средней длины кривой прицеливания. На уровне тенденции наблюдаются различия в отклонении площади прицеливания. Это можно объяснить тем, что в положении сидя испытуемые удерживали винтовку более устойчиво, опираясь локтями на подлокотник. В то же время по остальным показателям значительных различий не выявлено, что свидетельствует о том, что положение стреляющего (сидя или стоя) не имеет принципиального значения при использовании данной среды ВР для задачи реабилитации ветеранов боевых действий.

Для уточнения данных и сравнения условий стрельбы у группы ветеранов боевых действий был проведен непараметрический тест Манна-Уитни, который оценивал эффективность стрельбы в зависимости от положения (сидя или стоя) (таблица 5.3). Результаты теста выявили значимые различия по следующим показателям: средняя площадь кривой прицеливания, отклонение этой площади и отклонение средней длины кривой прицеливания. Кроме того, на уровне тенденции были получены различия по показателю средней длины кривой прицеливания.

Таблица 5.3 – Результаты непараметрического теста Манна-Уитни эффективности стрельбы в VR-биатлоне у ветеранов боевых действий в зависимости от положения (сидя или стоя)

Показатель	группа	Mean	SE	U	p	Effect Size
Ср.длина	1	25.05	1.611	627	0.055	0.2545
	2	28.69	1.502			
Средняя площадь	1	60.92	10.062	616	0.043	0.2675
	2	72.31	9.969			
Средний счет	1	2.57	0.203	687	0.167	0.1831
	2	2.09	0.276			
Откл. длина	1	6.28	0.563	546	0.008	0.3508
	2	8.46	0.853			
Откл. площадь	1	38.89	7.109	585	0.021	0.3044
	2	48.13	8.816			
Откл. счет	1	2.52	0.115	742	0.375	0.1177
	2	2.35	0.199			
Точность	1	59.28	3.652	734	0.231	0.1563
	2	50.28	5.532			
Время стрельбы	1	40.07	3.439	818	0.485	0.0911
	2	39.64	5.901			
Ср. время на выстрел	1	6.60	0.571	782	0.517	0.0859
	2	6.47	0.865			

Таким образом, наиболее чувствительными показателями, на которые влияет, в том числе, положение стрельбы (сидя или стоя), являются средняя длина кривой прицеливания и ее отклонения, а также средняя площадь кривой прицеливания и соответствующие отклонения. В то же время результаты по другим показателям не демонстрируют значительной зависимости от условий стрельбы.

5.4.3 Адаптация виртуальной среды «VR-Гандбол»

В качестве технологии для реабилитации участников боевых действий» проведена апробация среды VR-гандбол на ветеранах боевых действий в нескольких модификациях.

Среда ВР «Гандбол 2025» была доработана с учетом специфики моторных и когнитивных нарушений у ветеранов боевых действий, в частности, были добавлены возможности проведения тестирования в положении сидя (на инвалидной коляске) (Рис. 5.10).



Рисунок 5.10 – Тестирование системы виртуальной реальности «VR-гандбол», включающая возможность проводить запись сидя (на инвалидной коляске)

Испытуемые. В исследовании участвовали 35 человек: 10 профессиональных гандболистов (муж. - 100%, ср.возраст 22.1 ±1.8 года), включая двух вратарей, из которых 6 – мастера спорта и 3 – кандидаты в мастера спорта, с средним стажем 13.2±3 года; 19 человек контрольной группы (муж. - 47%, ср.возраст 21±1.8 года), не имеющих опыта игры в гандбол; 6 человек ветеранов боевых действий (муж. - 100%, ср.возраст 32±7.2 года), получивших боевые травмы различной степени тяжести в период с 2023 по 2025 годы.

Среда ВР представляет 3D пространство, в котором смоделирована гандбольная площадка. В среде VR моделируются перцептивно-моторные задачи для гандболистов, с точной воспроизводимостью параметров площадки: габариты и масса мяча, а также размеры ворот соответствуют их реальным аналогам. Испытуемый находится на линии ворот. Других игроков на площадке нет. За спиной испытуемого появляются виртуальные «ворота», куда будут направлены броски мячей. Интерфейс позволяет выбрать одну из загруженных конфигураций эксперимента (в данном случае – легкая, средняя или сложная). Во время бросков фиксируются данные о движениях

испытуемого, включая скорость реакции рук и траекторию полета мяча, что позволяет оценить моторные функции. Испытуемый держит контроллеры, которые определяют положение его рук, и его задача – отбить как можно больше мячей (желтых), подставляя руку с контроллером. Интерфейс позволяет вводить дополнительный фактор, а именно наличие ложных стимулов – мячей другого цвета, при появлении которых необходимо затормозить реакцию и не отбивать. В данном случае было 15% ложных мячей (красных). В таблице 6.4 представлены результаты дисперсионного анализа эффективности выполнения теста в VR-гандбол у трех групп испытуемых (гандболисты, контрольная группа, ветераны боевых действий). На Рис. 5.11 визуализированы показатели эффективности указанных трех групп.

Таблица 5.4 – Результаты дисперсионного анализа непараметрического теста Краскела-Уоллиса эффективности выполнения теста в VR-гандбол у трех групп испытуемых (гандболисты, контрольная группа, ветераны боевых действий)

		Mean	**SD**	**χ^2**	**p**	**ε^2**	**PostHoc (DSCF)**
Общий результат (%)	Г	0.8800	0.0988	91.8	<.001	0.510	Г vs К, p <.001 Г vs Б, p<.001 К vs Б, p = 0.015
	К	0.6460	0.1792				
	Б	0.5538	0.1796				
Поймано желтых (%)	Г	0.8700	0.1074	81.9	<.001	0.455	Г vs К, p <.001 Г vs Б, p<.001 К vs Б, p = 0.328
	К	0.5891	0.1855				
	Б	0.5251	0.2300				
Пропущено желтых (%)	Г	0.1300	0.1074	81.9	<.001	0.455	Г vs К, p <.001 Г vs Б, p<.001 К vs Б, p = 0.328
	К	0.4109	0.1855				
	Б	0.4749	0.2300				
Поймано красных (%)	Г	0.0536	0.1296	19.9	<.001	0.110	Г vs К, p = 0.039 Г vs Б, p<.001 К vs Б, p = 0.076
	К	0.1266	0.2442				
	Б	0.2685	0.3313				
Пропущено красных (%)	Г	0.9297	0.1779	37.0	<.001	0.206	Г vs К, p <.001 Г vs Б, p<.001 К vs Б, p = 0.320
	К	0.5461	0.4466				
	Б	0.6557	0.3735				

Примечание. Г – гандболисты, К – контрольная группа (почти здоровые испытуемые), Б – ветераны боевых действий. DSCF — попарные сравнения по методу Двасса — Стилла — Критчлоу — Флигнера. * p < 0,05, ** p < 0,01

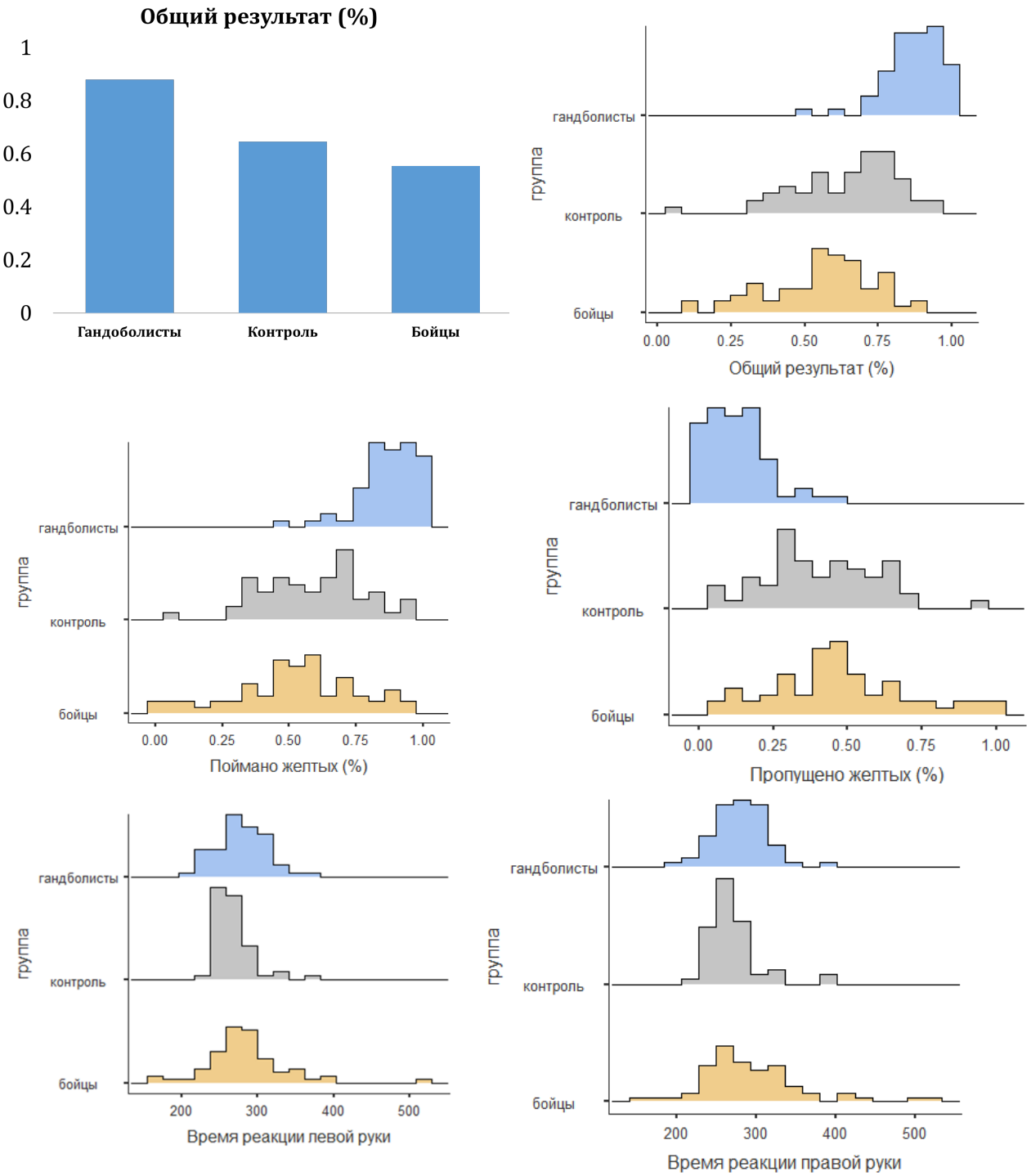


Рисунок 5.11 – графики показателей эффективности указанных трех групп (гандболисты, контрольная группа, ветераны боевых действий)

Как и ожидалось, профессиональные гандболисты демонстрируют значительно более высокую эффективность выполнения заданий в виртуальной среде гандбола по всем исследуемым параметрам. В частности, они показывают более высокий процент успешного отбивания целевых

(желтых) мячей, меньший уровень пропуска этих мячей, а также меньшее количество пойманных ложных (красных) мячей и большее количество пропущенных ложных мячей.

Согласно результатам дисперсионного анализа, исследуемые группы статистически значимо различаются по всем анализируемым параметрам. Дополнительный PostHoc анализ выявил, что только по общему показателю эффективности все три исследуемые группы статистически значимо отличаются друг от друга. В то же время, по другим параметрам группа профессиональных гандболистов существенно отличается от двух других групп. Однако между контрольной группой и ветеранами боевых действий различий не наблюдается.

Таким образом, результаты исследования подтверждают адекватность разработанной технологии виртуальной реальности в качестве реабилитационного инструмента, направленного на улучшение моторных и когнитивных функций.

Заключение

Проведенная в рамках исследования работа позволяет сделать заключение о том, что достигнута цель исследования, реализованы все поставленные задачи.

Показано, что профессиональные спортсмены обладают четкими и структурированными системными образными репрезентациями, способствующими эффективному выполнению спортивной деятельности. Целенаправленное формирование образных репрезентаций является эффективным средством психологической подготовки спортсменов. Выявлены специфические характеристики образных репрезентаций: ракурс представления спортивного действия, динамика мысленного образа, гибкость переключения ракурса представления действия, преобладание в мысленных репрезентациях визуальных образов или мышечных ощущений, которые изменяется с ростом спортивного мастерства и определяются спецификой спортивной деятельности.

В рамках разработки понятия системной образной репрезентации (СОР) в психологической подготовке спортсменов, основанного на анализе профессиональной деятельности, выделены внешние и внутренние характеристики спортивной деятельности в сознании спортсмена, которые определяются спортивной квалификацией и спецификой вида спорта. Для диагностики и анализа (СОР) разработан и апробирован диагностический инструмент – опросник образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов, что позволило операционализировать и измерить ключевые компоненты СОР.

На примере различных видов спорта (лыжные гонки, скалолазание, синхронное плавание, футбол, хоккей, стрельба из лука, тяжелая атлетика, вольная борьба, биатлон, гандбол) выделены психологически значимые характеристики профессиональной деятельности, определяющие её эффективность, которые в дальнейшем смоделированы в виртуальных средах с использованием современных научно-технических решений. Среды

разработаны в соответствии с необходимыми требованиями к их содержанию: полимодальность, иммерсивность, интерактивность, при этом учитывались особенности протекания когнитивных процессов спортсменов, специфика биомеханики движений человека, сенсомотороных реакций.

Для спортсменов-паралимпийцев проведена специальная адаптация и апробация разработанной технологии виртуальной реальности для выполнения профессионально специфичных задач, учитывающих индивидуальные особенности спортсменов. Так, выявлены наиболее информативные параметры прицеливания в стрельбе паралимпийского биатлона.

Таким образом, полученные результаты разработки сред виртуальной реальности на основе принципов постнеклассической рациональности, учитывающие операционально-смысловые структуры спортивной деятельности и особенности системных образных репрезентаций, представляют собой научно-смысловой обоснованный подход к психологической подготовке спортсменов.

Перспективы направлений исследований в данной области связаны с использованием возможностей искусственного интеллекта, нейросетевых моделей для обучения спортсменов в системе массового спорта, спорта высших достижений, детско-юношеского, адаптивного спорта. Нейросетевые модели не только способны изменить систему тренировочно-подготовительного процесса, но и содействовать в решении вопроса повышения эффективности реабилитационных программ.

Выводы

Проведенная работа по созданию системы психологической подготовки спортсменов на основе разработки сред ВР, учитывающих особенности когнитивных процессов при взаимодействии со средой, а также операционально-смысловую структуру спортивной деятельности, позволила сформулировать следующие выводы:

1. Разработан и научно обоснован комплексный научно-смысловой подход для задач психологической подготовки спортсменов, включая развитие профессиональных компетенций с учетом специализации и структуры спортивной деятельности с использованием технологий виртуальной реальности и совместимых с ней методов когнитивной науки. Проведено обоснование использования данного системно-смыслового подхода в психологической реабилитации моторных и когнитивных функций у участников боевых действий.

2. Определены специфика и характеристики сред виртуальной реальности для повышения иммерсивности и обеспечения эффективной подготовки спортсменов:

(а) реалистичность, которая обеспечивается через высококачественный рендеринг, минимизацию временных задержек, уменьшение эффекта векции, соответствие реальным спортивным условиям и добавление многосенсорной обратной связи

(б) интерактивность и динамичность ВР сред, сочетаемая с технологиями смешанной реальности (хоккеист держит реальную клюшку, которая отображается в ВР среде, биатлонист оперирует реальной биатлонной винтовкой, которая смоделирована в ВР среде) – в обоих примерах спортивный инвентарь (его размер и габариты, вес) должен полностью соответствовать тому, который используется атлетом;

(в) адаптируемость ВР среды к физиологическим параметрам конкретного человека (рост, вес и другие особенности), которая может реализовываться за счет оптического или инерциального трекинга движений в

3D-пространстве. Это позволяет не только воспроизводить виртуальные движения, но и обучать новым двигательным навыкам, предоставляя обратную связь и корректируя ошибки в реальном времени.

3. Разработано понятие системной образной репрезентации (СОР) в рамках психологической системы подготовки спортсменов, основанное на анализе профессиональной деятельности. СОР представляет собой целостное и адекватное структурное отображение в сознании спортсмена комплекса внешних и внутренних характеристик спортивной деятельности, необходимых для её эффективного выполнения. В связи с принципиальными различиями СОР у спортсменов разной квалификации, а также разными видами спортивной деятельности (амплуа), выделены 9 основных факторов, которые представляют собой совокупность параметров, определяющих репрезентативный образ спортивной ситуации для атлета. Посредством разработанного опросника образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов, выявлены специфические особенности разных видов спорта, определяющие структуру образных репрезентаций у спортсменов как в отношении себя, так и в отношении репрезентации собственно спортивной деятельности.

4. Выявлена структура формирования репрезентативных образов в детско-юношеском спорте на примере футбола. Показано, что образная репрезентация должна включать эмоционально значимые компоненты, быть смыслообразующей и интенционально предметной. В детско-юношеском спорте СОР при освоении двигательного навыка должна обладать мотивационными, технико-тактическими, пространственными и эмоциональными характеристиками, что существенно влияет на разработку средств формирования двигательных навыков.

5. Выявлена структура образных репрезентаций в лыжном спорте. Посредством разработанного и апробированного диагностического опросника особенностей представления движения у лыжников разной квалификации, включающего ракурс представления, динамику мысленного образа, гибкость

переключения ракурса, доминирование визуальных образов или мышечных ощущений, показано, что с ростом технического мастерства контроль представленного движения у спортсменов-лыжников изменяется: на начальных этапах преобладает сличение с эталоном визуальной конфигурации, а на более высоких уровнях используется «мышечное чувство» и фокус на результате движения.

6. Разработана среда виртуальной реальности для диагностики антиципации у борцов вольного стиля, которая моделирует характеристики СОР в вольной борьбе. Эта среда предоставляет возможность диагностики как от первого лица, так и от третьего лица, что позволяет более глубоко исследовать восприятие и представление движений. Также создан диагностический опросник, который учитывает особенности представления движений у борцов разной квалификации, включая такие параметры, как: ракурс представления, хронометраж, гибкость переключения и доминирование визуальных или мышечных образов. Результаты опросника продемонстрировали, что с увеличением профессиональной квалификации борцов наблюдается изменение в контроле представляемого движения: происходит переход от доминирования образов от третьего лица к преобладанию образов от первого лица. Аналогичные выводы получены при использовании сред виртуальной реальности и 2D монитора: более опытные борцы показывали высокие результаты в антиципации приемов при взаимодействии с виртуальной средой от первого лица, отмечая, что им легче воспринимать и предугадывать действия соперника в этом формате.

7. Структура образных репрезентаций у стрелков из лука характеризуется важностью учета временных, пространственных, технико-тактических, мотивационно и психофизиологических характеристик в процессе психологической подготовки. Показано, что более успешные лучники отличаются четкими зрительными образами при представлении выстрелов (стрела, кончик стрелы, мушка, тяга, выстрел), тогда как для менее успешных спортсменов характерны нечеткие визуальные образы.

8. Определены основные характеристики СОР в психологической подготовке спортсменов синхронного плавания: синхронность чувства ритма/темпа с другими спортсменками. В синхронном плавании важным фактором успеха является чувство ритма и времени, что способствует синхронности исполнения программы.

9. Проанализирована структура образных репрезентаций в тяжелой атлетике. Проведено исследование темпоральных характеристик образных репрезентаций в тяжелой атлетике через комплексную оценку пространственно-временных характеристик движений. Рассмотрено влияние микроструктуры движений на эффективность упражнений с использованием современных технологий, таких как скоростная видеосъемка и компьютерный анализ биомеханики. Показана важность одновременного изучения чувства времени и структуры движений, разработки методик для тренировки скорости реакций и улучшения чувства времени у спортсменов.

10. Анализ глазодвигательных стратегий на примере скалолазного спорта и футбола позволил выявить значимость ориентировочно-исследовательских движений глаз в формировании образных репрезентаций двигательных навыков в спортивной деятельности и их влияние на эффективность спортивной деятельности.

11. Разработаны среды ВР для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности в таких видах спорта, как хоккей, биатлон, вольная борьба, гандбол, а также проведена их апробация на спортсменах разного уровня квалификации, в том числе адаптивных спортсменах, здоровых испытуемых, а также ветеранах боевых действий:

(а) спортсмены высшей квалификации обладают профессионально специфичными образными репрезентациями, способствующими эффективному выполнению спортивной деятельности;

(б) глазодвигательные стратегии в формировании образных репрезентаций двигательных навыков и их компонентов в спортивной

деятельности различаются в зависимости от уровня квалификации и специализации спортсменов;

(в) среды виртуальной реальности, разработанные на основе системной образной репрезентации для людей с ограниченными возможностями здоровья, являются эффективными средствами психологической и профессиональной подготовки спортсменов в адаптивном спорте;

(г) разработанные среды ВР для спортивной деятельности – гандбола, биатлона, хоккея, борьбы – могут выступать средством для реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий, поскольку способствуют повышению двигательной активности и активному вовлечению когнитивных процессов в решение соответствующих спортивно-ориентированных задач с учетом индивидуальных особенностей.

Список литературы

1. Аверьянов И. В., Кузнецов А. И. Психомоторные показатели как критерии игрового амплуа футболистов 13–14 лет // Омский научный вестник. 2014. № 3 (129). С. 149–153.
2. Александров С. Г. Функциональная асимметрия и межполушарные взаимодействия головного мозга: учебное пособие для студентов / С. Г. Александров. Иркутск : ИГМУ, 2014. Т. 62.
3. Алексеева Н. Д., Зиновьев А. Н., Зиновьев А. А. Применение симуляционного горнолыжного тренажёра для реабилитации спортсменов с травмами опорно-двигательного аппарата // В сборнике: Современные методы организации тренировочного процесса, оценки функционального состояния и восстановления спортсменов : материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 6–7.
4. Алиханов И. И. Частные методики обучения сложным приёмам / И. И. Алиханов // Спортивная борьба, 1985 : ежегодник / сост. С. А. Преображенский. М.: Физкультура и спорт, 1985. С. 42–47.
5. Анохин П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем / АН СССР. Отд-ние физиологии. Москва : [б. и.], 1971. 61 с.
6. Арбузин И. А. Развитие игрового мышления у юных футболистов 12–13 лет : дис. … канд. пед. наук / И. А. Арбузин. Омск, 2006. 181 с.
7. Асмолов А. Г. По ту сторону сознания: методологические проблемы неклассической психологии / А. Г. Асмолов. М.: НПФ «Смысл», 2012. 505 с.
8. Ашкинази С. М., Кочергин А. Н., Рябчиков В. В., Куликов В. С., Бавыкин Е. А. О некоторых аспектах повышения технико-тактического мастерства спортивного резерва в парусном спорте // Учёные записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2019. № 5 (171). С. 26–30.
9. Байдыченко Т. В., Лисенко И. П. Особенности психомоторных способностей для совершенствования технической подготовленности спортсменов-стрелков из лука // Спортивный психолог. 2013. № 1 (28). С. 22–27.
10. Барабанщиков В. А., Жегалло А. В. Регистрация и анализ направленности взора человека / В. А. Барабанщиков, А. В. Жегалло. Москва : Институт психологии РАН, 2013. 316 с.
11. Баулина М. Е. и др. Нейропсихологическая диагностика и реабилитация пациентов с нарушениями праксиса при поражениях головного мозга различной этиологии // Национальный психологический журнал. 2023. № 1 (49). С. 3–17.
12. Белоусов Л. С., Напалков Д. А., Жигульская Д. Д., Пешин Н. Л., Величковский Б. М. «Когнитивные исследования и новые технологии в спорте» // Вопросы психологии. 2018. №5. С. 117–135.
13. Бердичевская Е. М., Гронская А. С., Ставинова В. А., Хачатурова И. Э. Индивидуальный профиль асимметрии у стрелков по движущейся мишени // Актуальные вопросы физической культуры и спорта. 2008. Т. 10. С. 199–204.
14. Бернштейн Н. А. Физиология движений и активность / Н. А. Бернштейн; под ред. О. Г. Газенко; изд. подгот. И. М. Фейгенберг; редкол.: А. А. Баев (пред.) и др.; АН СССР. М. : Наука, 1990. 494 с.
15. Беспалов Б. И., Леонов С. В. Диагностика чувства времени у спортсменок высшей квалификации по синхронному плаванию // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2008. №1. С. 97–113.
16. Беспалов Б. И., Леонов С. В. Диагностика чувства темпа и одновременности движений у спортсменок в синхронном плавании // Научно-теоретический журнал «Учёные записки университета имени П. Ф. Лесгафта». 2008. №8 (42). С. 12–17.

17. Беспалов Б. И., Леонов С. В., Мухамедов А. М., Булаева Н. И., Якушина А. А., Поликанова И. С. Многофакторная диагностика перцептивных процессов спортсменов в виртуальной среде и на 2D мониторе // Экспериментальная психология. 2025. Т. 18, № 1. С. 200–221.
18. Беспалов Б. И., Стрелков Ю. К. «Хроноскоп 2006»-психодиагностический прибор для изучения временных характеристик деятельности человека //Материалы I Международной научно-практической конференции «Личностный ресурс субъекта труда в изменяющейся России»(3-7 октября 2006 г., Ставрополь). – 2006.
19. Боген М. М. Обучение двигательным действиям / М. М. Боген. М.: Физкультура и спорт, 1985. 192 с.
20. Ботин С. В. Киберспорт как предмет духовно-нравственного и физического воспитания: возможности и реальность // В сборнике: Социальные смыслы спортивной духовности: материалы научно-практической конференции с международным участием / Армавирский государственный педагогический университет. 2020. С. 24–28.
21. Брушлинский А. В. Субъект: мышление, учение, воображение / А. В. Брушлинский. М.: Издательство «Институт практической психологии»; Воронеж: НПО «Модэк», 1996. 420 с.
22. Бубеев Ю. А., Гущин В. И., Малашенков Д. К. «Использование технологий виртуальной реальности для преодоления психофизиологических проблем в спорте» // В книге: Экстремальная деятельность человека. Проблемы и перспективы подготовки специалистов. Тезисы докладов V Международной научно-практической конференции. Кафедра теории и методики прикладных видов спорта и экстремальной деятельности РГУФКСиТ. 2010. С. 21–23.
23. Бугрий Г.С., Кручинина А.П., Сухочев П.Ю., Поликанова И.С., Леонов С.В. Анализ двигательного отклика на появление шайбы у хоккеистов в условиях виртуальной реальности // Человек. Спорт. Медицина. – 2022. – Т. 22. – № 4. – С. 170–178.
24. Веккер Л. М. Психические процессы. – Рипол Классик, 1974.
25. Величковский Б. Б. Психологические факторы возникновения чувства присутствия в виртуальных средах // Национальный психологический журнал. 2014. №. 3 (15). С. 28–35.
26. Величковский Б. Б., Гусев А. Н., Виноградова В. Ф., Арбекова О. А. Когнитивный контроль и чувство присутствия в виртуальных средах // Экспериментальная психология. 2016. Т. 9, № 1. С. 5–20.
27. Величковский Б. Б., Измалкова А. И. Влияние нагрузки на вербальную рабочую память при глазодвигательной активности в условиях выполнения задания зрительного поиска // Экспериментальная психология. 2015. Т. 8, №. 2. С. 21–35.
28. Веракса А. Н., Горовая А. Е. Влияние воображения на результаты спортивной деятельности начинающих футболистов // Национальный психологический журнал. 2010. № 2. С. 131–135.
29. Веракса А. Н., Горовая А. Е. Модели использования образов в спортивной психологии //Психолого-педагогические исследования. 2011. Т. 3., №. 1.
30. Веракса А. Н., Горовая А. Е., Грушко А. И., Леонов С. В. Мысленная тренировка в психологической подготовке спортсмена: научная монография / А. Н. Веракса, А. Е. Горовая, А. И. Грушко, С. В. Леонов; под ред. Ю. П. Зинченко, А. Г. Тоневицкого. М. : Спорт, 2016. 208 с.
31. Веракса А. Н., Горовая А. Е., Кисель А. В. Возможности использования знаковых и символических средств в обучении дошкольников (на примере освоения феномена радуги) // Психолого-педагогические исследования. 2014. Т. 6, №. 2. С. 19–34.
32. Веракса А. Н., Коробейникова Е. Ю., Леонов С. В., Рассказова Е. И. Глазодвигательные параметры стрелков из лука в процессе прицеливания // Психологический журнал. 2015. Т. 36, № 6. С. 109–118.

33. Веракса А.Н. Психология спорта : монография / Ю. П. Зинченко, С. А. Исайчев, С. В. Леонов, Г. Я. Меньшикова, Ю. К. Стрелков, О. В. Сысоева, А. Г. Тоневицкий, А. М. Черноризов; под общ. ред. В. А. Садовничего; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Ин-т человека, Фак. психологии. Москва : МГУ, 2011. 421, с.
34. Веракса А.Н., Каминский И.В., Исаев А.В., Леонов С.В., Поликанова И.С. Основные актуальные подходы психологического сопровождения спортсменов // Фундаментальные и прикладные исследования физической культуры, спорта, олимпизма: традиции и инновации. Сборник научных и научно-методических статей: в 2-х томах. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК)», 2018. – Т. 2. – С. 92–110.
35. Веракса А.Н., Коробейникова Е.Ю., Леонов С.В., Рассказова Е.И. Глазодвигательные параметры стрелков из лука в процессе прицеливания // Психологический журнал. – 2016. – Т. 37. – № 1. – С. 102–111.
36. Веракса А.Н., Леонов С.В. Возможности пименения экологического подхода У. Бронфенбреннера в спортивной психологии // Молодежь и общество. – 2012. – № 3. – С. 37–47.
37. Веракса А.Н., Леонов С.В. Социально-психологические аспекты работы спортивного психолога и тренера с командой // Социальная психология и общество. – 2011. – Т. 2. – № 2. – С. 111–122.
38. Веракса А.Н., Леонов С.В. Экологический подход У. Бронфенбреннера в спортивной психологии / // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2009. – № 4. – С. 78–84.
39. Веракса А.Н., Леонов С.В., Горовая А.Е. Психологические особенности художественных гимнасток // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2011. – № 4. – С. 134–147.
40. Воронова В. И., Байрачный О. В. Психологические критерии в определении спортивного амплуа юных футболистов на разных этапах многолетней подготовки // Спортивный психолог. 2011. № 1. С. 53–56.
41. Воронова В. Психологическое обеспечение подготовки спортсменов в футболе // Наука в олимпийском спорте. 2013. № 4. С. 32–39.
42. Выготский Л. С. Собрание сочинений. – Рипол Классик, 1983.
43. Гаврилов С. А., Кыздарбекова А. С., Резников С. С. Нейрокомпьютерные интерфейсы для выявления сигналов управления бионическими устройствами на основе анализа физиологических и нервных процессов у человека // Программная инженерия и компьютерная техника (Майоровские чтения): сборник трудов X международной научно-практической конференции. 2019. С. 17–22.
44. Гайдамашко И. В., Бабичев И. В. Модель психологического сопровождения подготовки юных спортсменов // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2022. № 2 (94). С. 203–209.
45. Гальперин П. Я. Формирование знаний и умений на основе теории поэтапного усвоения / П. Я. Гальперин. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. 120 с.
46. Ганичева А.А., Поликанова И.С., Панфилова Е.А., Леонов С.В. Применение систем регистрации движений глаз в психологической подготовке биатлонистов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2024. – № 9 (235). – С. 123–127.
47. Гасанов А.А., Одинцов М.А., Леонов С.В., Сухочев П.Ю., Седогин Е.А., Белоусова М.Д., Поликанова И.С. Моделирование навыков стрельбы в адаптивном биатлоне у спортсменов разного уровня мастерства с использованием технологий виртуальной реальности // Национальный психологический журнал. – 2025. – Т. 20. – № 2. – С. 130–149.

48. Геллерштейн С. Г. Чувство времени и скорость двигательной реакции / С. Г. Геллерштейн. М. : Медгиз, 1958. 148 с.
49. Голомазов С. В., Чирва Б. Г. Футбол. Тренировка точности юных спортсменов / С. В. Голомазов, Б. Г. Чирва. Москва : Типография ТОО «Валери», 1994. 92 с.
50. Гончаров В. И. Память на движения как мнемический компонент процесса формирования двигательных навыков в физическом воспитании и спорте: дис. … д-ра психол. наук: 13.00.04 / Гончаров Виктор Иванович; [Место защиты: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена]. Санкт-Петербург, 2008. 334 с.
51. Гордеева Н. Д., Евсевичева И. В., Зинченко В. П., Курганский А. В. Микродинамическая структура моторной стадии действия // Вопросы психологии. 1998. № 6. С. 86–99.
52. Горовая А. Е., Коробейникова Е. Ю. Использование технологии айтрекинга в психологии спорта // Психологическая наука и образование. 2013. № 1. URL: http://psyjournals.ru/journals/psyedu/archive/2013_n1/59119 (дата обращения: 12.05.2019).
53. Грушко А. И., Леонов С. В. Использование систем регистрации движений глаз в психологической подготовке спортсменов // Национальный психологический журнал. 2013. Т. 10, № 2. С. 106–116.
54. Грушко А. И., Леонов С. В. Методы регистрации движений глаз в психологической подготовке футболистов // Национальный психологический журнал. 2015. Т. 18, № 2. С. 13–23.
55. Грушко А.И., Леонов С.В. Применение систем регистрации движений глаз в психологической подготовке футболистов // Национальный психологический журнал. – 2015. – № 2 (18). – С. 13–24.
56. Губа В. П., Маринич В. В. Сравнительный анализ психофизиологических показателей юных спортсменов, занимающихся футболом и хоккеем // Спортивный психолог : научно-практический журнал. 2014. № 2 (33). С. 68–74.
57. Д. А. Ошанин и современная психология: к 100-летию со дня рождения Д. А. Ошанина / Российская акад. образования, Психологический ин-т; [под общ. ред. В. И. Панова и Н. Л. Мориной]. Москва, Обнинск: ИГ-СОЦИИН, 2008. 291, с.
58. Дашинимаева А. Б.-Ц., Романина Е. В. Исследование индивидуально-типологических особенностей стрелков из лука высокой квалификации // Спортивный психолог. 2012. № 3 (27). С. 35–39.
59. Дмитриев О. Б., Ахмедзянов Э. Р. Статистическая экспертная система «Соревнования по каратэ-до» для подготовки судей, тренеров и спортсменов к соревнованиям // Теория и практика физической культуры. 2001. № 11. С. 43–45.
60. Дмитриев С. В., Михайлов Ю. А. Теория спортивной техники и «семантика движений» в поисках взаимодействия // Физическое воспитание студентов. 2010. № 4. С. 15–25.
61. Донцов Д.А., Леонов С.В. Социально-психологические параметры деятельности спортивного психолога // Человеческий капитал. – 2017. – № 7 (103). – С. 76–81.
62. Драголи Л. Д. Временные категории речи и дифференциация времени // Восприятие пространства и времени / отв. ред.: Б. Г. Ананьев, Э. Ш. Айрапетьянц. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1969. С. 97–98.
63. Драндров Г. Л., Краснов Ю. И., Фаттахов Р. В. Обучение юных футболистов групповым тактическим действиям на основе формирования их обобщённой ориентировочной основы // Вестник Чувашского университета. 2011. № 4. С. 205–212.
64. Егоров Ю. С., Санин М. А., Чупров Д. А. Применение технологий виртуальной и дополненной реальностей в киберспорте // В сборнике: Информационные системы и технологии ИСТ-2018: материалы докладов XIV Международной научно-

технической конференции, посвящённой 100-летию Нижегородской радиолаборатории. 2018. С. 576–579.
65. Елисеев Е. В. Помехоустойчивость как функциональная система, регулирующая психофизиологические механизмы адаптации спортсмена: автореф. дис. … д-ра биол. наук: 03.00.13 / Е. В. Елисеев. Челябинск: Тюменский государственный университет, 2001. 42 с.
66. Еременко В. Н., Синько О. В., Фёдорова Н. П. Особенности развития спорта под влиянием научно-технического прогресса и его принятие человеком // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2019. Т. 8, № 3 (28). С. 336–338.
67. Завалова Н. Д., Ломов Б. Ф., Пономаренко В. А. Образ в системе психической регуляции деятельности / Н. Д. Завалова, Б. Ф. Ломов, В. А. Пономаренко; Отв. ред. Ю. М. Забродин, АН СССР, Ин-т психологии. М. : Наука, 1986. 172 с.
68. Загревский О. И., Загревский В. И. Формирование двигательных действий гимнастов на основе создания представления о рабочих позах в основных опорных точках упражнения // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 369. С. 147–150.
69. Запорожец А. В. Избранные психологические труды: в 2 т. Т. 2: Развитие произвольных движений / А. В. Запорожец; под ред. В. В. Давыдова, В. П. Зинченко; Академия педагогических наук СССР. М.: Педагогика, 1986. 296 с.
70. Зинченко В. П., Мунипов В. М. Основы эргономики / В. П. Зинченко, В. М. Мунипов. Москва: Издательство Московского университета, 1979. 344 с.
71. Зинченко Ю. П., Меньшикова Г. Я., Баяковский Ю. М., Черноризов А. М., Войскунский А. Е. Технологии виртуальной реальности: методологические аспекты, достижения и перспективы // Национальный психологический журнал. 2010. Т. 2, №4. С. 64–71.
72. Зыков Р. О. Виртуальный спорт // Спорт: экономика, право, управление. 2010. № 2. С. 28–30.
73. Иванова И. И., Назарян С. Е., Михайлова А. А., Петрова М. С. Применение релаксационной и реабилитационной безмаркерной системы виртуальной реальности Nirvana у лиц, активно занимающихся спортом // В книге: Здоровая семья здоровое поколение. 2011. С. 65–67.
74. Исаев А. В., Исайчев С. А. Количественные и качественные индикаторы формирования антиципации у спортсменов-борцов // Национальный психологический журнал. 2015. Т. 18, № 2. С. 33–41. DOI: 10.11621/npj.2015.0203.
75. Исаев А. В., Леонов С. В., Саноян Т. Р. Оценка процесса формирования антиципации у спортсменов-борцов разной квалификации // Мир науки, культуры, образования. 2015. №5 (54). С. 239–241.
76. Иткис М. А. Специальная подготовка стрелка-спортсмена. М.: ДОСААФ, 1982. 128 с.
77. Каминский И. В. Контроль ракурса образов как средство повышения эффективности мысленной проработки двигательных навыков // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2015. №4. С. 83–97.
78. Каминский И. В. Различные аспекты психологической подготовки лыжников-гонщиков // Национальный психологический журнал. 2013. № 2 (10). С. 117–126.
79. Каминский И. В., Алмазова О. В., Веракса А. Н. Взаимосвязь ракурса образов с освоенностью и спецификой представляемых движений // Психологический журнал. 2017. Т. 38, № 4. С. 76–92. DOI: 10.7868/S0205959217040079.
80. Каминский И. В., Леонов С. В. Развитие взглядов на взаимосвязь произвольного движения и его мысленного образа // Российский психологический журнал. 2018. Т. 15, № 3. С. 8–24. DOI: 10.21702/rpj.2018.3.1.
81. Каминский И. В., Леонов С. В., Поликанова И. С., Егоров С. Ю., Клименко В. А. Классические работы и новые перспективы моделирования образов действия и

ситуации в отечественной психологии // Сибирский психологический журнал. 2020. № 76. С. 32–54. DOI: 10.17223/17267080/76/3.

82. Каминский И.В., Каминская Т.С., Леонов С.В., Поликанова И.С., Геппе Н.А. Субъективные хронометрические характеристики мысленного образа движения у лыжников-гонщиков различного уровня мастерства // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2022. – Т. 19. – № 2. – С. 278–302.
83. Каминский И.В., Леонов С.В. Развитие взглядов на взаимосвязь произвольного движения и его мысленного образа // Российский психологический журнал. – 2018. – Т. 15. – № 3. – С. 8–24.
84. Каминский И.В., Леонов С.В., Поликанова И.С., Егоров С.Ю., Клименко В.А. Классические работы и новые перспективы моделирования образов действия и ситуации в отечественной психологии // Сибирский психологический журнал. – 2020. – № 76. – С. 32–54.
85. Караяни А. Г., Полянский М. С. Психологическая реабилитация участников боевых действий: учебное пособие / А. Г. Караяни, М. С. Полянский. М. : Изд-во Военного ун-та, 2003.
86. Касаткин В. Н., Ахмерова К. Ш., Грушко А. И. Двухуровневое обследование ментальной подготовленности спортсменов // Спортивный психолог. 2014. № 2 (33). С. 11–17.
87. Кашуба Е. В., Логачев В. Ю. Методика применения виртуальных лабораторий в подготовке специалистов по физической культуре и спорту // Тезисы докладов XXXVI научной конференции студентов и молодых учёных вузов Южного федерального округа, посвящённой 40-летнему юбилею Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма. 2009. С. 52.
88. Климов Е. А. Индивидуальный стиль деятельности // Психология индивидуальных различий / под ред. Ю. Б. Гиппенрейтер, В. Я. Романова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. С. 74–77.
89. Климов Е. А. Психология профессионала. М.: Институт практической психологии; Воронеж: МОДЭК, 1996. 400 с.
90. Климов Е. А., Пчелинова В. В. Психология труда и инженерная психология. Программа курса, учебный материал и методические рекомендации по изучению курса (учебное пособие для студентов-психологов. – 1997.
91. Козин В. В., Гераськин А. А., Родионов А. В. Теория и практика применения деятельностного подхода к подготовке спортсменов в игровых видах // Омский научный вестник. 2014. №1 (125). С. 167–172.
92. Комарова А. В., Бороева Ю. О., Намсараева Я. Н. Роль киберпространства социальных сетей в современном спорте // Вестник Бурятского государственного университета. 2015. №13. С. 83–86.
93. Коробейникова Е.Ю., Леонов С.В., Поликанова И.С. Психологические особенности внимания у стрелков из лука // Национальный психологический журнал. – 2017. – № 2 (26). – С. 35–45.
94. Коровин В. А., Викулов А. Д., Алехин В. В. Психофизиологические характеристики подростков, занимающихся футболом // Вестник спортивной науки. 2008. № 2. С. 27–29.
95. Корчемная Н. В. Социально-педагогические функции компьютерного спорта как инструмента интеллектуального развития личности // Вестник педагогических инноваций. 2019. №1 (53). С. 24–31.
96. Корягина Ю. В., Нопин С. В., Блинов В. А., Блинов О. А. Технология «exergames» как инновационное средство спортивной тренировки и тестирования работоспособности спортсменов (по материалам зарубежной литературы) // Учёные записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2015. № 7 (125). С. 113–119.

97. Корягина Ю. В., Нопин С. В., Литош Н. Л. Применение технологии «exergames» в адаптивной физической культуре и спорте (по материалам зарубежной литературы) // Адаптивная физическая культура. 2016. № 1 (65). С. 42–44.
98. Котешев В. Е., Макаров В. А. Бокс / В. Е. Котешев, В. А. Макаров. Краснодар : Издательство «ЭДВИ», 2006. 304 с.
99. Кручинина А. П., Чертополохов В. А. Применение технологий виртуальной реальности в спорте // Материалы Всероссийской научно-практической конференции по вопросам спортивной науки в детско-юношеском спорте и спорте высших достижений: сборник материалов конференции. 2016. С. 196–201.
100. Кугаевский С. А., Козин В. В. Деятельностно-ситуативный способ обучения баскетболистов 8–11 лет технико-тактическим действиям // Омский научный вестник. 2014. № 4 (131). С. 137–140.
101. Кузнецов А. В. Разработка виртуальной лаборатории физиологии спорта // Научное сообщество студентов : сборник материалов X Международной студенческой научно-практической конференции. 2016. С. 63–65.
102. Курицына А. Е. Базовые технико-тактические действия и методика их освоения в группах начальной подготовки юных борцов посредством игровых тренировочных заданий // Омский научный вестник. 2011. № 5 (1010). С. 198-202.
103. Лазебная Е. О., Зеленова М. Е. Военно-травматический стресс: особенности посттравматической адаптации участников боевых действий // Психологический журнал. 1999. Т. 20, № 5. С. 62–74.
104. Левик Ю. С. Нейробиология системы внутреннего представления собственного тела: введение в проблему и прикладные аспекты // Современная зарубежная психология. 2012. Т. 1, № 2. С. 97–110.
105. Ленц А. Н. Тактика в спортивной борьбе / А. Н. Ленц. М.: Физкультура и спорт, 1967. 152 с.
106. Леонов С. В. Психологические критерии оценивания временных интервалов в профессиональной деятельности: дис. … канд. психол. наук: 19.00.03 Психология труда. Инженерная психология, эргономика / Леонов Сергей Владимирович; [МГУ им. М. В. Ломоносова]. Москва, 2008. 178 с.
107. Леонов С. В., Грушко А. И. Использование систем регистрации движений глаз в психологической подготовке спортсменов // Национальный психологический журнал. 2013. Т. 10, № 2. С. 106–116.
108. Леонов С. В., Поликанова И. С., Егоров С. Ю., Клименко В. А., Каминский И. В. Классические работы и новые перспективы моделирования образов действия и ситуации в отечественной психологии // Сибирский психологический журнал. 2020. №76. С. 32–54.
109. Леонов С.В. Переживание спортивной травмы // Национальный психологический журнал. – 2012. – № 2 (8). – С. 136–143.
110. Леонов С.В. Учебно-методические материалы для тренеров по психологической подготовке спортсменов в профессиональном и детско-юношеском спорте // Молодежь и общество. – 2012. – № 3. – С. 108–120.
111. Леонов С.В., Грушко А.И. Использование систем регистрации движений глаз в психологической подготовке спортсменов / // Национальный психологический журнал. – 2013. – №. 2 (10). – С. 106-116.
112. Леонов С.В., Кручинина А.П., Бугрий Г.С., Булаева Н.И., Поликанова И.С. Основные характеристики постурального баланса стойки профессиональных хоккеистов и новичков // Национальный психологический журнал. – 2022. – № 2 (46). – С. 65–78.
113. Леонов С.В., Носкова О.Г. Темпоральная парадигма в концепции Ю.К. Стрелкова (К 80-летию со дня рождения) // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2023. – Т. 46. – № 4. – С. 320–343.

114. Леонов С.В., Поликанова И.С., Булаева Н.И., Клименко В.А. Особенности использования виртуальной реальности в спортивной практике // Национальный психологический журнал. – 2020. – Т. 1. – № 1 (37). – С. 18–30.
115. Леонов С.В., Поликанова И.С., Рассказова Е.И. Апробация опросника образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов // Экспериментальная психология. – 2022. – Т. 15. – № 4. – С. 195–215.
116. Леонов С.В., Поликанова И.С., Чертополохов В.А., Белоусова М.Д. Формирование профессионального мастерства хоккеистов средствами виртуальной реальности // Способности и ментальные ресурсы человека в мире глобальных перемен / отв. ред.: А.Л. Журавлев, Е.А. Сергиенко. – Москва: Институт психологии РАН, 2020. – С. 1471–1480.
117. Леонов С.В., Якушина А.А., Рассказова Е.И., Яворовская А.Д., Беспалов Б.И. Модификация русскоязычной версии «Опросника восприятия болезни» для оценки отношения спортсменов к травме // Клиническая и специальная психология. – 2025. – Т. 14. – № 3. – С. 184–199.
118. Леонтьев А. Н. Лекции по общей психологии / А. Н. Леонтьев. М.: Смысл, 2001 (2000). 511 с.
119. Леонтьев Д. А. Понятие мотива у А. Н. Леонтьева и проблема качества мотивации // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2016. № 2. С. 3–18.
120. Лурия А. Р. Высшие корковые функции человека / А. Р. Лурия. СПб. : Питер, 2008.
121. Лях В. И., Витковски З. Развитие и тренировка координационных способностей юных футболистов 11–19 лет // Физиология человека. 2010. Т. 36, №. 1. С. 74–82.
122. Маричева А. В., Паламар Н. О. Психологическая специфика исследования внимания и памяти сферы геймеров // Вопросы науки и образования. 2019. № 1 (42). С. 168–177.
123. Мартынов А. И. Психология альпинизма / А. И. Мартынов. Москва : СпортАкадемПресс, 2001. 260 с.
124. Мартынов М. В. Отбор и подготовка юных боксёров в условиях общеобразовательной школы с учётом показателей психомоторики: дис. … канд. пед. наук: 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» / М. В. Мартынов. Москва, 2002. 137 с.
125. Мачинская Р. И., Крупская Е. В. Созревание регуляторных структур мозга и организация внимания у детей младшего школьного возраста // Когнитивные исследования: сб. науч. тр. Вып. 2 / под ред. В. Д. Соловьёва, Т. В. Черниговской. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2008. С. 32–48.
126. Мельников И. В. Техническая подготовка хоккеиста / И. В. Мельников. М., 2013. 50 с.
127. Морозова Н. С. Повышение точности баскетбольных бросков с отражением мяча от щита : автореф. дис. … канд. пед. наук / Н. С. Морозова. Омск, 2009. 24 с.
128. Мухамедов А.М., Леонов С.В., Поликанова И.С., Чертополохов В.А., Якушина А.А., Исаев А.В., Чернозубов Д.Я., Чарез О.И. Непараметрическая идентификация движений глаз спортсменов-борцов с применением дифференциальной нейронной сети // Российский журнал биомеханики. – 2023. – Т. 27. – № 2. – С. 75–84.
129. Напалков Д. А., Ратманова П. О., Коликов М. Б. Аппаратные методы диагностики и коррекции функционального состояния стрелка: методические рекомендации. М.: Макс Пресс, 2009. 212 с.
130. Нифонтов М. Ю. Влияние занятий футболом на развитие спортивно важных качеств игроков // Учёные записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2009. № 11. С. 61–65.
131. Нифонтов М. Ю. Критерии психологического отбора футболистов на этапе спортивного совершенствования : дис. / М. Ю. Нифонтов. Санкт-Петербург : Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П. Ф. Лесгафта, 2010.

132. Новиков А. А. Управление подготовкой высококвалифицированных спортсменов в видах спортивных единоборств / А. А. Новиков. М.: Госкомспорт СССР, 1989. 50 с.
133. Орлова Ю. А., Клиновская Е. В., Овсянникова Н. О. Разработка виртуальной площадки (web-портала) «социальная сеть спортивной жизни России» для повышения эффективности популяризации спорта // Сборник научных трудов SWorld. 2014. Т. 32, № 3. С. 62–66.
134. Павлов И. П. Избранные труды по физиологии высшей нервной деятельности. – Учпедгиз, 1950.
135. Панфилова Е.А., Асланова М.С., Леонов С.В., Сухочев П.Ю., Седогин Е.А., Глотова Г.А., Поликанова И.С. Применение систем регистраций движений глаз в оценке зрительно-пространственной памяти у детей дошкольного возраста // Национальный психологический журнал. – 2024. – Т. 19. – № 4. – С. 58–77.
136. Петров П. К. Педагогические возможности мультимедийной обучающей программы по правилам и судейству соревнований по спортивной аэробике // Дистанционное и виртуальное обучение. 2012. № 8. С. 15–29.
137. Поликанова И. С., Исаев А. В., Леонов С. В. Индивидуально-типологические особенности нервной системы борцов вольного стиля и динамика их психофизиологических параметров при воздействии сильной физической нагрузки // Национальный психологический журнал. 2019. №4 (36). С. 53–63. DOI: 10.11621/npj.2019.0406.
138. Поликанова И. С., Леонов С. В. Образные представления моторных действий и их мозговые механизмы //Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23. – №. 2. – С. 16-23.
139. Поликанова И.С., Исаев А.В., Леонов С.В. Индивидуально-типологические особенности нервной системы борцов вольного стиля и динамика их психофизиологических параметров при воздействии сильной физической нагрузки // Национальный психологический журнал. – 2019. – Т. 4. – № 4 (36). – С. 53–63.
140. Поликанова И.С., Леонов С.В. Образные представления моторных действий и их мозговые механизмы // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23. – № 2. – С. 16–23.
141. Поликанова И.С., Леонов С.В. Особенности мозговой активности хоккеистов и борцов вольного стиля в задаче по отбиванию шайб в условиях виртуальной реальности / // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2024. – Т. 47. – № 3. – С. 249–280.
142. Поликанова И.С., Леонов С.В. Психофизиологические и молекулярно-генетические корреляты утомления // Современная зарубежная психология. – 2016. – Т. 5. – № 4. – С. 24–35.
143. Поликанова И.С., Леонов С.В., Исаев А.В. Исследование характеристик мысленных образов движений у единоборцев // Lurian Journal. – 2023. – Т. 4. – № 2. – С. 11–29.
144. Поликанова И.С., Леонов С.В., Семенов Ю.И., Якушина А.А., Клименко В.А. Психологические и психофизиологические механизмы обучения двигательным навыкам // Сибирский психологический журнал. – 2021. – № 82. – С. 54–81.
145. Поликанова И.С., Леонов С.В., Якушина А.А., Бугрий Г.С., Кручинина А.П., Чертополохов В.А., Люцко Л.Н. Разработка технологии виртуальной реальности VR-PACE для диагностики и тренировки уровня мастерства хоккеистов // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2022. – № 1. – С. 269–297.
146. Поликанова, И. С., Леонов, С. В., Семенов, Ю. И., Коробейникова, Е. Ю. Электроэнцефалографические предикторы успешности стрелков из лука //Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием по спортивной науке:«Подготовка спортивного резерва». – 2020. – С. 357-366.
147. Портнова Г. В., Сысоева О. В., Иваницкий А. М. Психофизиологическое исследование влияния звуковой ритмической стимуляции на субъективный отсчёт времени и скорость выполнения когнитивных заданий // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2010. Т. 60, № 4. С. 432–440.

148. Правила проведения соревнований по скалолазанию / подготовлено Всероссийской коллегией судей по скалолазанию. М. : Федерация скалолазания России, 2012. 56 с.
149. Президент России : официальный сайт. События : Новости : [Электронный ресурс]. URL: http://kremlin.ru/events/president/news/60152/videos (дата обращения: 12.12.2025).
150. Президент России : официальный сайт. События : Новости : [Электронный ресурс]. URL: http://www.kremlin.ru/events/president/news/77057 (дата обращения: 12.12.2025).
151. Преображенский И. Н. Совершенствование баскетболиста в сложных приёмах техники: автореферат дис. на соискание учёной степени кандидата педагогических наук / И. Н. Преображенский, мастер спорта; Гос. центр. ордена Ленина ин-т физ. культуры им. И. В. Сталина. М., 1953.
152. Психология спорта : Монография / Под редакцией Ю. П. Зинченко, А. Г. Тоневицкого. М.: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2011. 424 с.
153. Психология спорта: монография / Беспалов Б.И., Веракса А.Н., Грушко А.И., Донцов Д.А., Егоров С.Ю., Зинченко Ю.П., Исаев А.В., Исайчев С.А., Леонов С.В., Поликанова И.С., Сагова З.А., Смирнов К.С., Черноризов А.М.: под ред. Зинченко Ю.П. Москва: Изд-во Московского ун-та 2019. – 349 с.
154. Пуни А. Ц. Об осознаваемости и неосознаваемости движений в заученных действиях // Вопросы психологии спорта. М.: Физкультура и спорт, 1955. С. 5–39.
155. Пуни А. Ц. Процесс и система звеньев психологической подготовки к соревнованиям в спорте: избранные лекции / А. Ц. Пуни; Гос. ин-т физ. культуры им. П. Ф. Лесгафта. Л., 1979. 51 с.
156. Пушкарев А. Л., Доморацкий В. А., Гордеева Е. Г. Посттравматическое стрессовое расстройство: диагностика, психофармакотерапия, психотерапия / А. Л. Пушкарев, В. А. Доморацкий, Е. Г. Гордеева. М. : Издательство Института психотерапии, 2000.
157. Рассказова Е.И., Леонов С.В., Ениколопова Е.В. Психологическая саморегуляция, субъективное благополучие и копинг-стратегии у профессиональных спортсменов // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2018. – Т. 11. – № 4. – С. 24–38.
158. Решетников А. М. Применение VR-технологий в спортивной индустрии // Modern Science. 2019. №12-1. С. 188–191.
159. Родионов А. В. Принцип психофизического сопряжения в подготовке спортсменов-единоборцев высокой квалификации // Теория и практика физической культуры. 2001. №11. С. 34–36.
160. Родионов А. В. Психолого-педагогические методы повышения эффективности решения оперативных задач в спорте : автореф. дис. … д-ра пед. наук / А. В. Родионов. М., 1990. 43 с.
161. Родионов А. В., Топышев О. П., Усков В. А. Механизмы решения оперативно-тактических задач в игровых видах спорта // Теория и практика физической культуры. 2002. № 6. С. 31–34.
162. Роженцов В. В., Афоньшин В. Е. Тактическая подготовка в игровых видах спорта с использованием виртуальной реальности // Программные системы и вычислительные методы. 2013. №3. С. 272–276.
163. Романина Е. В., Дашинимаева А. Б-Ц. Модельные показатели психомоторных качеств стрелков высокой квалификации // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. 2012. № 2 (24). С. 33–36.
164. Рудик П. А. Психология : учебник для ин-тов физ. культ. / П. А. Рудик. Москва : Физкультура и спорт, 1974. 511 с.
165. Савинкина А. О. Психологическая совместимость игроков в футбольной команде по уровню мотивации достижения успеха и избегания неудачи // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12-3. С. 545–548.
166. Санина Е. И., Карауылбаев С. К. Психологические и медико-биологические исследования по разработке инновационных здоровьесберегающих технологий занятиями спортом в виртуальном стадионе // Конференциум АСОУ: сборник

научных трудов и материалов научно-практических конференций. 2019. № 2. С. 176–179.
167. Селищева Е. В. Спорт как альтернатива виртуальному миру // В сборнике: Рудиковские чтения 2015: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием по психологии спорта и физической культуры / под ред. Ю. В. Байковского. М. : ФГБОУ ВПО «РГУФКСМиТ», 2015. С. 39–42.
168. Семенова Л. К., Васильева В. В., Цехмитренко Т. А. «Структурные преобразования коры большого мозга человека в постнатальном онтогенезе» // Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. Л.: Наука, 1990. С. 8–44.
169. Семенова О. А., Мачинская Р. И. «Особенности регуляторных компонентов познавательной деятельности у детей 5–10 лет с изменениями электрической активности мозга лимбического происхождения» // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2016. Т. 66. № 4. С. 458–469.
170. Сергиенко Л. П. Спортивный отбор: теория и практика / Л. П. Сергиенко. Москва : Советский спорт, 2013. 1048 с.
171. Серова Л. К. Психология личности спортсмена: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 032101 Физическая культура и спорт / Л. К. Серова. М.: Советский спорт, 2007. 114 с.
172. Сеченов И. М. Рефлексы головного мозга: (Попытка ввести физиологические основы в психические процессы) / И. М. Сеченов. М. : Изд-во АМН СССР, 1952.
173. Сизикова Т.Э., Леонов С.В., Поликанова И.С. Влияние рефлексии на электрофизиологическую активность мозга в зависимости от уровня тревожности // Российский психологический журнал. – 2024. – Т. 21. – № 3. – С. 172–189.
174. Сизикова Т.Э., Леонов С.В., Поликанова И.С. Психофизиологические корреляты особенностей рефлексии при разной степени тревожности // Сибирский психологический журнал. – 2025. – № 95. – С. 78–95.
175. Смирнова В. В. Соотношение компонентов психологического сопровождения спортивной деятельности // Учёные записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2009. № 10. С. 89–93.
176. Стамбулова Н. Б. Психология спортивной карьеры: учеб. пособие / Н. Б. Стамбулова. СПб.: Центр карьеры, 1999. 367 с.
177. Стрелков Ю. К. Временной анализ труда: как успеть вовремя в трудовой ситуации // Инженерная и профессиональная психология. М.: Академия; Высшая школа, 2001.
178. Стрелков Ю. К. Инженерная и профессиональная психология: учебное пособие для вузов. М.: Академия, 2001. 359 с.
179. Сысоева О. В. Психофизиологические механизмы восприятия времени человеком: дис. … канд. психол. наук: 19.00.02. 129 с. М., 2004.
180. Талызина Н. Ф. Педагогическая психология / Н. Ф. Талызина. М.: Издат. центр «Академия», 1998. 288 с.
181. Тельных Д. А. Киберспорт и его сравнение с активными видами спорта // Региональный вестник. 2020. №1 (40). С. 58–60.
182. Тельных Д. А. Технологии айтрекинга для модернизации современного спорта //Региональный вестник. 2019. №24 (39). С. 51–52.
183. Терехов А. В., Левик Ю. С., Солопова И. А. Механизмы коррекции референтного положения в системе регуляции вертикальной позы // Физиология человека. 2007. Т. 33, № 3. С. 40–47.
184. Туманян Г. С. Научные основы планирования тренировки борцов / Г. С. Туманян. М.: ГЦОЛИФК, 1983. 110 с.
185. Ухтомский А. А. 15 лет советской физиологии = Пятнадцать лет советской физиологии / А. А. Ухтомский. Ленинград; Москва: ОГИЗ-Медгиз, 1933. 97 с.

186. Фаликман М. В., Спиридонов В. Ф. Когнитивная психология: история и современность / М. В. Фаликман, В. Ф. Спиридонов; сост. М. В. Фаликман, В. Ф. Спиридонов. М. : Ломоносовъ, 2011. 384 с.
187. Фарбер Д. А. Развитие зрительного восприятия в онтогенезе. Психофизиологический анализ // Мир психологии. 2003. №2(34). С. 114–124.
188. Фейткевич Н. А. Спорт в виртуальном пространстве // В сборнике: Социальная реальность виртуального пространства: материалы I Международной научно-практической конференции. Иркутский государственный университет; под общей редакцией О. А. Полюшкевич, Г. В. Дружинина. 2019. С. 118–121.
189. Ханин Ю. Л. Краткое руководство к шкале реактивной и личностной тревожности Ч. Д. Спилбергера / Ю. Л. Ханин. Ленинград, 1976. 18 с.
190. Хасин Л. А., Бурьян С. Б. Расчёт кинематических и динамических характеристик движения штанги : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017613826 Рос. Федерация / Л. А. Хасин, С. Б. Бурьян. Заявл. 01.02.2017 ; опубл. 03.04.2017.
191. Хасин Л. А., Иоффе М. Л., Иванов И. С., Хохлов А. В. Моделирование движений человека // Теория и практика физической культуры. 1995. № 7. С. 48–52.
192. Хасин Л.А., Леонов С.В., Петровская О.В. Оценивание и совершенствование простой двигательной реакции и чувства времени у тяжелоатлетов // Вопросы психологии. – 2023. – Т. 69. – № 4. – С. 107–119.
193. Холодов Ж. К., Кузнецов В. С. Теория и методика физического воспитания и спорта: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2000. 480 с.
194. Цуканов Б. И. Время в психике человека. Одесса: Астропринт, 2000. Т. 13.
195. Черданцева В.В., Бугрий Г.С., Леонов С.В., Поликанова И.С., Якушина А.А., Чертополохов В.А. Адаптация технологии отслеживания движений человека для создания аватара внутри интерактивной виртуальной среды // Интеллектуальные системы. Теория и приложения. – 2022. – Т. 26. – № 1. – С. 282–286.
196. Чумаков Е. М. Тактика борца-самбиста / Е. М. Чумаков. М. : физкультура и спорт, 1976. 223 с.
197. Чуприна Т. В. Актуализация способностей человека с ограниченными возможностями в современном спорте: социально-информационные аспекты : монография / Т. В. Чуприна; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет». Таганрог : Изд-во Южного федерального ун-та, 2016. 127 с.
198. Шакурова Е. В., Мокеева Л. А. Современные методы организации корпоративного спорта: сравнение австралийской и российской виртуальных платформ для вовлечения сотрудников в спортивные мероприятия // Российская наука: актуальные исследования и разработки: сборник научных статей VII Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 416–420.
199. Шаханова А. В., Коблев Я. К., Петрова Т. Г., Намитокова А. А. Особенности функционального состояния центральной нервной системы спортсменов-дзюдоистов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2010. № 3. С. 49–56.
200. Шахмурадов Ю. А. Начальная технико-тактическая подготовка в вольной борьбе : метод. разраб. / Ю. А. Шахмурадов. М.: б. и., 1992. 63 с.
201. Шулика Ю. А. Борьба греко-римская: учебник для СДЮШОР, спортивных факультетов педагогических институтов, техникумов физической культуры и училищ спортивного резерва / И. И. Иванов, А. С. Кузнецов, Р. В. Самургашев, Ю. А. Шулика; под ред. Ю. А. Шулики. Ростов н/Д: Феникс, 2004. 796 с.

202. Элькин Д. Г. Восприятие времени / Д. Г. Элькин. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1962. 312 с.
203. Юдина М. О., Александров С. Г. Современное состояние и перспективы развития киберспорта в России и мире // В сборнике: Пути повышения эффективности экономической и социальной деятельности кооперативных организаций: материалы XI Международной научно-практической конференции. 2016. С. 40–44.
204. Яворовская А.Д., Леонов С.В., Якушина А.А., Рассказова Е.И. Особенности совладающего поведения у травмированных спортсменов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. – 2022. – Т. 12. – № 3. – С. 360–375.
205. Якимович, В. С., Бурлыков, В. Д., Прошкин, С. Н., Барлыков, С. М., Церенов, Д. П., Марсунов, С. Н., Габуншин, В. В. Анализ и оценка показателей здоровья и физического состояния мужчин 25–30 лет, регулярно занимающихся мини-футболом // Учёные записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2013. № 5 (99). С. 146–151.
206. Якубчик Б. И. О методах самоприказов и тренировке гимнастов // Гимнастика : ежегодник. 1973. № 1. С. 41–44.
207. Якушина А.А., Булаева Н.И., Леонов С.В., Поликанова И.С., Клименко В.А. Использование системы мобильного айтрекинга в спортивной практике // Российский психологический журнал. – 2024. – Т. 21. – № 1. – С. 34–46.
208. Яшкина Е. М., Утяшева С. Н., Герасимова А. А. Применение технологии виртуальной реальности для развития современного студенческого спорта // Стратегия развития спортивно-массовой работы со студентами: материалы III Международной научно-практической конференции / отв. ред.: В. Я. Субботин, А. Н. Халин. 2018. С. 448–451.
209. Abdin J. M. Imagery for sport performance: a comprehensive literature review, Ball State University //Applied Sciences and Technology, Master of Arts. 2010. №. 7. P. 8.
210. Abernethy B. Expertise, visual search, and information pick-up in squash // Perception. 1990. Vol. 19, № 1. P. 63–77.
211. Abernethy B., Farrow D. Training methodology: general versus specific visual training // Expertise in Elite Sport INSEP. 12–15 November 2002. P. 63–65.
212. Abernethy B., Gill D. P., Parks S. L., Packer S. T. Expertise and the perception of kinematic and situational probability information // Perception. 2001. Vol. 30, № 2. P. 233–252.
213. Abreu A. M., Macaluso E., Azevedo R. T., Cesari P., Urgesi C., Aglioti S. M. Action anticipation beyond the action observation network: a functional magnetic resonance imaging study in expert basketball players // European Journal of Neuroscience. 2012. Vol. 35, № 10. P. 1646–1654.
214. Adams R. C., McCubbin J. A. Games, Sports and Exercises for the Physically Disabled. 4th ed. Philadelphia, PA: Lea & Febiger, 1991. 363 p.
215. Aebersold M., Rasmussen J., Mulrenin T. Virtual Everest: Immersive Virtual Reality Can Improve the Simulation Experience // Clinical Simulation in Nursing. 2020. Vol. 38. P. 1–4. DOI: 10.1016/j.ecns.2019.09.004.
216. Afonso J., Garganta J., McRobert A., Williams A. M., Mesquita I. The perceptual cognitive processes underpinning skilled performance in volleyball: Evidence from eye-movements and verbal reports of thinking involving an in situ representative task // Journal of Sports Science and Medicine. 2012. Vol. 11, № 2. P. 339–345.
217. Aglioti S. M., Cesari P., Romani M., Urgesi C. Action anticipation and motor resonance in elite basketball players // Nature Neuroscience. 2008. Vol. 11, № 9. P. 1109–1116.
218. Agopyan H., Griffet J., Ginon C., Bruno M., Bredin J. Personalized and parametrized AVATARfor interacting with post-stroke action-perception loop during rehabilitation // Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology. 2016. Vol. 46, Issues 4–5. P. 240. DOI: 10.1016/j.neucli.2016.09.011.

219. Agopyan H., Griffet J., Poirier T., Bredin J. Modification of knee flexion during walking with use of a real-time personalized avatar // Heliyon. 2019. Vol. 5, Issue 11. Article e02797. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02797.
220. Ahsen A. A commentary on imagery tests // Journal of Mental Imagery. 1993. Vol. 17, № 1–2. P. 153–196.
221. Ahsen A. ISM: the triple code model for imagery and psychophysiology // Journal of Mental Imagery. 1984. № 8(4). P. 15–42.
222. Ahsen A. Self-report questionnaires: New directions for imagery research // Journal of Mental Imagery. 1995. №19(3–4). P. 114.
223. Akizuki H., Uno A., Arai K., Morioka S., Ohyama S., Nishiike S. et al. Effects of immersion in virtual reality on postural control // Neuroscience Letters. 2005. Vol. 379, № 1. P. 23–26.
224. Alalwan N., Cheng L., Al-Samarraie H., Yousef R., Sarsam S. M. Challenges and Prospects of Virtual Reality and Augmented Reality Utilization among Primary School Teachers: A Developing Country Perspective // Studies in Educational Evaluation. 2020. Vol. 66. Article 100876.
225. Alashram A. R., Padua E., Hammash A. K., Lombardo M., Annino G. Effectiveness of virtual reality on balance ability in individuals with incomplete spinal cord injury: A systematic review // Journal of Clinical Neuroscience. 2020. Vol. 72. P. 322–327. DOI: 10.1016/j.jocn.2020.01.037.
226. Alfadil M. Effectiveness of virtual reality game in foreign language vocabulary acquisition //Computers & Education. 2020. Vol. 153. P. 103893.
227. Alkahtani S., Eisa A., Kannas J., Shamlan G. Effect of acute high-intensity interval cycling while viewing a virtual natural scene on mood and eating behavior in men: A randomized pilot trial // Clinical Nutrition Experimental. 2019. Vol. 28. P. 92–101. DOI: 10.1016/j.yclnex.2019.10.003.
228. Allard F., Burnett N. Skill in sport // Canadian Journal of Psychology / Revue canadienne de psychologie. 1985. Vol. 39, № 2. P. 294.
229. Alsaeedi N., Wloka D. Velocity-dependent perception threshold for discrete imperceptible repositioning in a virtual environment during eye blinks // IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 122147–122165.
230. Ammann J., Hartmann C., Peterhans V., Ropelato S., Siegrist M. «The relationship between disgust sensitivity and behaviour: A virtual reality study on food disgust» // Food Quality and Preference. 2020. Vol. 80. Article 103833.
231. Anderson M. P. Assessment of imaginal processes: approaches and issues // In Cognitive assessment, ed. T. M. Merluzzi, C. R. Glass, and M. Genest. New York: Guilford Press, 1981. 151 p.
232. Anderson-Hanley C., Snyder A. L., Nimon J. P., Arciero P. J. Social facilitation in virtual reality-enhanced exercise: competitiveness moderates exercise effort of older adults // Clinical Interventions in Aging. 2011. Vol. 6, № 1. P. 275 - 280. DOI: 10.2147/CIA.S25337.
233. Annesi J. J., Mazas J. Effects of virtual reality-enhanced exercise equipment on adherence and exercise-induced feeling states // Perceptual and Motor Skills. 1997. Vol. 85, № 3 Pt 1. P. 835–844. DOI: 10.2466/pms.1997.85.3.835.
234. Annett J. Motor imagery: perception or action? // Neuropsychologia. 1995. Vol. 33., №. 11. P. 1395-1417.
235. Apperley T. H., Clemens J. Flipping Out: Avatars and Identity // Boundaries of Self and Reality Online: Implications of Digitally Constructed Realities / ed. J. Gackenbach, J. Bown. London: Academic Press, an imprint of Elsevier, 2017. P. 41–56.
236. Armougum E., Orriols A., Gaston-Bellegarde C., Joie-La Marle P., Piolino P. Virtual reality: A new method to investigate cognitive load during navigation // Journal of Environmental Psychology. 2019. Vol. 65. Article 101338. DOI: 10.1016/j.jenvp.2019.101338.

237. Arpaia P., Esposito A., Gargiulo L., Moccaldi N. Wearable Brain-Computer Interfaces: Prototyping EEG-Based Instruments for Monitoring and Control // CRC Press. 2023. 1 ed. 286 p.
238. Bakker F. C., Boschker M. S. J., Chung T. Changes in muscular activity while imagining weight lifting using stimulus or response propositions // Journal of Sport and Exercise Psychology. 1996. Vol. 18. P. 313–324.
239. Balser N. et al. Prediction of human actions: Expertise and task-related effects on neural activation of the action observation network / N. Balser, B. Lorey, S. Pilgramm, R. Stark, M. Bischoff, K. Zentgraf, A. M. Williams, J. Munzert // Human Brain Mapping. 2014. Vol. 35, № 8. P. 4016–4034.
240. Bandura A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change // Psychological Review. 1977. № 84. P. 191–215.
241. Barr K., Hall C. The use of imagery by rowers // International Journal of Sport Psychology. 1992. Vol. 23. P. 243–261.
242. Barry G. The effects of exergaming versus mirror matched gym based exercise with no virtual stimuli on technology acceptance, flow and postural control in a healthy young subject population / G. Barry. 2014.
243. Bauerfeind J., Koper M., Wieczorek J., Urbański P., Tasiemski T. Sports injuries in wheelchair rugbya pilot study // Journal of Human Kinetics. 2015. Vol. 48. P. 123. DOI: 10.1515/hukin-2015-0098.
244. Beauvois M. F., Saillant B. Optic Aphasia for Colours and Colour Agnosia: A Distinction between Visual and Visuo-Verbal Impairments in the Processing of Colours // Cognitive Neuropsychology. 1985. Vol. 2. P. 1–48.
245. Beek, P. J., Schmidt, R. C., Morris, A. W., Sim, M. Y., & Turvey, M. T. Linear and nonlinear stiffness and friction in biological rhythmic movements //Biological Cybernetics. 1995. Vol. 73, №. 6. P. 499-507.
246. Behncke L. Mental Skills Training for Sports: A Brief Review // Athletic Insight: The Online Journal of Sport Psychology. 2004. Vol. 6, № 1. P. 1–24. URL: www.athleticinsight.com/html (дата обращения: 22.04.2010).
247. Bertollo M., Robazza C., Falasca W. N. Temporal pattern of pre-shooting psycho-physiological states in elite athletes: A probabilistic approach // Psychology of Sport and Exercise. 2012. № 13. P. 91–98. DOI: 10.1016/j.psychsport.2011.09.004.
248. Bespalov B.I., Leonov S.V. Characteristics of Silent Counting in Synchronized Swimmers // Psychology in Russia: State of the Art. – 2012. – Vol. 5. – P. 498–510.
249. Bideau B., Kulpa R., Ménardais S., Fradet L., Multon F., Delamarche P., Arnaldi B. Real handball goalkeeper vs. virtual handball thrower // Presence: Teleoperators & Virtual Environments. 2003. Vol. 12, № 4. P. 411–421. DOI: 10.1162/105474603322391631.
250. Bideau B., Multon F., Kulpa R., Fradet L., Arnaldi B. Virtual reality applied to sports: do handball goalkeepers react realistically to simulated synthetic opponents? // Proceedings of the 2004 ACM SIGGRAPH international conference on Virtual Reality continuum and its applications in industry. 2004. P. 210–216. DOI: 10.1145/1044588.1044632.
251. Bideau B., Multon F., Kulpa R., Fradet L., Arnaldi B., Delamarche P. «Using virtual reality to analyze links between handball thrower kinematics and goalkeeper's reactions» // Neuroscience Letters. 2004. Vol. 372, № 1–2. P. 119–122. DOI: 10.1016/j.neulet.2004.09.023.
252. Bird A. M., Cripe B. K. Psychology and Sport Behavior // St. Louis etc.: Times Mirror/Mosby College Publishing, 1986. 345 p.
253. Bishop D. T., Wright M. J., Jackson R. C., Abernethy B. Neural bases for anticipation skill in soccer: an fMRI study // Journal of Sport and Exercise Psychology. 2013. Vol. 35, № 1. P. 98–109.
254. Bisiach E., Luzzatti C. Unilateral neglect of representational space // Cortex. 1978. № 14. P. 129–133.

255. Blair A., Hall C., Leyshon G. Imagery effects on the performance of skill and novice soccer players // Journal of Sport Sciences. 1993. № 11(2). P. 95–101.
256. Blecharz J., Wrześniewski K., Siekańska M., Ambroży T., Spieszny M. Cognitive factors in elite handball: Do players' positions determine their cognitive processes? // Journal of Human Kinetics. 2022. Vol. 82. P. 213–221. DOI: 10.2478/hukin-2022-0063.
257. Bolte B., Zeidler F., Bruder G., Steinicke F., Hinrichs K. H., Fischer L., Schorer J. A virtual reality handball goalkeeper analysis system // Proceedings of the Joint Virtual Reality Conference of EuroVR–EGVE–VEC (JVRC'10). Stuttgart, 2010.
258. Borg D. N., Osborne J. O., Stewart I. B., Costello J. T., Minett G. M. The reproducibility of 10 and 20 km time trial cycling performance in recreational cyclists, runners, and team sport athletes // Journal of Science and Medicine in Sport. 2018. Vol. 21, Issue 8. P. 858–863.
259. Bortoli L., Bertollo M., Hanin Y. et al. Striving for excellence: A multi-action plan intervention model for Shooters // Psychology of Sport and Exercise. 2012. № 13. P. 693–701. DOI: 10.1016/j.psychsport.2012.05.004.
260. Boschker M. S. J., Bakker F. C., Michaels C. F. Memory for the functional characteristics of climbing walls: perceiving affordances // Journal of Motor Behavior. 2002. Vol. 34, № 1. P. 25–36.
261. Boyd J., Munroe K. J. The use of imagery in climbing // Athletic Insight. 2003. Vol. 5, № 2. P. 15–30.
262. Briki W., Den Hartigh R.J.R., Markman K.D., Micallef J.-P., Gernigon C. How psychological momentum changes in athletes during a sport competition // Psychology of Sport and Exercise. 2013. Vol. 14, Issue 3. P. 389–396. DOI: 10.1016/j.psychsport.2012.11.009.
263. Buccino G., Binkofski F., Riggio L. The mirror neuron system and action recognition // Brain and Language. 2004. Vol. 89, № 2. P. 370–376.
264. Buchman S., Henderson D. «Interprofessional empathy and communication competency development in healthcare professions' curriculum through immersive virtual reality experiences» // Journal of Interprofessional Education & Practice. 2019. Vol. 15. P. 127–130.
265. Bum C., Mahoney T. Q., Choi C. A comparative analysis of satisfaction and sustainable participation in actual leisure sports and virtual reality leisure sports // Sustainability. 2018. Vol. 10, № 10. Article 3475. DOI: 10.3390/su10103475.
266. Burbach M. Gym climbing: Maximizing your indoor experience. Seattle : The Mountaineers Books, 2004. 192 p.
267. Burkett B. Paralympic sports medicine current evidence in winter sport: considerations in the development of equipment standards for Paralympic athletes // Clinical Journal of Sport Medicine. 2012. Vol. 22, № 1. P. 46–50. DOI: 10.1097/JSM.0b013e31824200a4.
268. Çakiroğlu Ü., Gökoğlu S. «Development of fire safety behavioral skills via virtual reality» // Computers & Education. 2019. Vol. 133. P. 56–68.
269. Callery P., Morris T. Imagery, self-efficacy, and goal-kicking performance // Proceedings of the IX World Congress of Sport Psychology / ed. R. Lidor, M. Bar-Eli. Netanya, Israel, 1997. P. 169–171.
270. Callow N., Hardy L. Types of imagery associated with high sport confidence and self-efficacy // Proceedings of the IX World Congress of Sport Psychology / ed. R. Lidor, M. Bar-Eli. Netanya, Israel, 1997. P. 178–180.
271. Callow N., Hardy L. Types of Imagery Associated with Sport Confidence in Netball Players of Varying Skill Levels // Journal of Applied Sport Psychology. 2001. Vol. 13, № 1. P. 1–17.
272. Callow N., Roberts R. Imagery research: An investigation of three issues //Psychology of Sport and Exercise. 2010. Vol. 11., №. 4. P. 325-329.

273. Callow N., Roberts R., Hardy L., Jiang D., Edwards M. G. Performance improvements from imagery: evidence that internal visual imagery is superior to external visual imagery for slalom performance // Frontiers in Human Neuroscience. 2013. Vol. 7. P. 697.
274. Calmels C., Holmes P. S., Berthoumieux C., Singer R. N. The development of movement imagery vividness through a structured intervention in softball // Journal of Sport Behavior. 2004. Vol. 27. P. 307–322.
275. Calvo-Merino B., Grèzes J., Glaser D. E., Passingham R. E. R., Haggard P. The influence of visual and motor familiarity during action observation: an fMRI study using expertise //J. Cogn. Neurosci. 2005. Vol. 115.
276. Calvo-Merino B., Grèzes J., Glaser D. E., Passingham R. E., Haggard P. Seeing or doing? Influence of visual and motor familiarity in action observation //Current biology. 2006. Vol. 16., №. 19. P. 1905-1910.
277. Cañal-Bruland R., Mooren M., Savelsbergh G. J. P. Differentiating experts' anticipatory skills in beach volleyball // Research Quarterly for Exercise and Sport. 2011. Vol. 82, № 4. P. 667–674.
278. Cañal-Bruland R., Müller F., Lach B., Spence C. Auditory contributions to visual anticipation in tennis // Psychology of Sport and Exercise. 2018. Vol. 36. P. 100–103.
279. Cao C., Cerfolio R. J. Virtual or Augmented Reality to Enhance Surgical Education and Surgical Planning // Thoracic Surgery Clinics. 2019. Vol. 29, Issue 3. P. 329–337.
280. Carpinter P. J., Cratty B. J. Actividad Mental, Sueños y Desempeño en Atletas de Equipos Deportivos // International Journal of Sport Psy. 1983. Vol. 14, № 3.
281. Catteeuw P., Helsen W., Gilis B., van Roie E., Wagemans J. Visual scan patterns and decision-making skills of expert assistant referees in offside situations // Journal of Sport & Exercise Psychology. 2009. Vol. 31 (6). P. 786–797. DOI: 10.1123/jsep.31.6.786.
282. Cerritelli B., Maruff P., Wilson P., Currie J. The effect of an external load on the force and timing components of mentally represented actions // Behavioural Brain Research. 2000. Vol. 108, № 1. P. 91–96.
283. Chang S., Hsu T., Jong M. S. Y. Integration of the peer assessment approach with a virtual reality design system for learning earth science // Computers & Education. 2020. Vol. 146. P. 103758.
284. Chasson G. S., Hamilton C. E., Luxon A. M., Leonardis A. J., Jagannathan N. Rendering promise: Enhancing motivation for change in hoarding disorder using virtual reality // Journal of Obsessive-Compulsive and Related Disorders. 2020. Vol. 25. Art. 100519. DOI: 10.1016/j.jocrd.2020.100519.
285. Chen Y. L., Chan Y. C., Zhang L. P. Postural variabilities associated with the most comfortable sitting postures: a preliminary study // Healthcare. MDPI, 2021. Vol. 9, № 12. P. 1685.
286. Chen Y., Hsu C. Self-regulated mobile game-based English learning in a virtual reality environment // Computers & Education. 2020. Vol. 154. P. 103910.
287. Chu W., Lin E., Tung H., Clinciu D. L. Simulated Health Education Measures after Lumbar Disk Herniation Surgery: A Quasi-Experimental Study in Taiwan // Clinical Simulation in Nursing. 2020. Vol. 44. P. 50–58. DOI: 10.1016/j.ecns.2020.01.005.
288. Clément-Guillotin C., Rohmer O., Forestier C., Guillotin Ph., d'Arripe-Longueville F. Implicit and explicit stereotype content associated with people with physical disability: Does sport change anything? // Psychology of Sport and Exercise. 2018. Vol. 38. P. 192–201. DOI: 10.1016/j.psychsport.2018.06.14.
289. Collet C., Guillot A. Autonomic nervous system activities during imagined movements // The neurophysiological foundations of mental and motor imagery. New York: Oxford University Press, 2010. P. 95–108.
290. Collet C., Guillot A., Lebon F., MacIntyre T., Moran A. Measuring motor imagery using psychometric, behavioral, and psychophysiological tools // Exercise and Sport Sciences Reviews. 2011. Vol. 39, № 2. P. 85–92.

291. Collins K. L., Russell H. G., Schumacher P. J., Robinson-Freeman K. E., O'Conor E. C., Gibney K. D. et al. A review of current theories and treatments for phantom limb pain // The Journal of Clinical Investigation. 2018. Vol. 128, № 6. P. 2168–2176.
292. Collins M., Frew A. Right hemisphere contributions to the comprehension of low-imagery words // Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition. 2001. Vol. 6., №. 2. P. 111-132.
293. Cooper R. A., De Luigi A. J. Adaptive sports technology and biomechanics: wheelchairs // PM&R. 2014. Vol. 6. P. S31–S39.
294. Costa I. T., Garganta J., Greco P. J., Mesquita I., Maia J. System of tactical assessment in Soccer (FUT-SAT): Development and preliminary validation // System. 2011. Vol. 7, № 1. P. 69–83.
295. Covaci A., Olivier A. H., Multon F. Third person view and guidance for more natural motor behaviour in immersive basketball playing // Proceedings of the 20th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology. 2014. P. 55–64. DOI: 10.1145/2671015.2671023.
296. Crofton E. C., Botinestean C., Fenelon M., Gallagher E. «Potential applications for virtual and augmented reality technologies in sensory science» // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2019. Vol. 56. Article 102178.
297. Cross R., Lindsey C. The Slap Shot in Ice Hockey // The Physics Teacher. 2018. Vol. 56, № 1. P. 7–9. DOI: 10.1119/1.0000750.
298. Cui J., Aghajan Y., Lacroix J., van Halteren A., Aghajan H. Exercising at home: Real-time interaction and experience sharing using avatars // Entertainment Computing. 2009. Vol. 1, Issue 2. P. 63–73.
299. Cumming J. L., Ste-Marie D. M. The cognitive and motivational effects of imagery training: A matter of perspective //The Sport Psychologist. 2001. Vol. 15., №. 3. P. 276-288.
300. Cumming J., Nordin S. M., Horton R., Reynolds S. Examining the Direction of Imagery and Self-Talk on Dart-Throwing Performance and Self-Efficacy // The Sport Psychologist. 2006. Vol. 20, № 3. P. 257–274
301. Cuperus A.A., van der Ham I.J.M. «Virtual reality replays of sports performance: Effects on memory, feeling of competence, and performance» // Learning and Motivation. 2016. Vol. 56. P. 48–52.
302. Curtze C., Otten B., Postema K. Effects of lower limb amputation on the mental rotation of feet // Experimental Brain Research. 2010. Vol. 201, № 3. P. 527–534.
303. D'Antonio E., Tieri G., Patané F., Morone G., Iosa M. Stable or able? Effect of virtual reality stimulation on static balance of post-stroke patients and healthy subjects // Human Movement Science. 2020. Vol. 70. Article 102569.
304. Davids, K., Button, C., Bennett, S. Dynamics of skill acquisition: A constraints-led approach / K. Davids, C. Button, S. Bennett. Human Kinetics, 2008.
305. Dean G. M. and Morris P. E. The Relationship Between Self-reports of Imagery and Spatial Ability // British Journal of Psychology. 2003. Vol. 94, № 2. P. 245–273.
306. Decety J. Motor information may be important for updating the cognitive processes involved in mental imagery of movement // Current Psychology of Cognition. 1991. Vol. 11(4). P. 415–426.
307. Decety J., Jeannerod M., Germain M., Pastene J. Vegetative response during imagined movement is proportional to mental effort // Behavioural Brain Research. 1991. № 42. P. 1–5.
308. Decety J., Michel F. Comparative analysis of actual and mental movement times in two graphic tasks // Brain and Cognition. 1989. № 11. P. 87–97.
309. Decety J., Perani D., Jeannerod M., Bettinardi V., Tadary B., Woods R., Mazziotta J. C., Fazio F. Mapping motor representations with PET // Nature. 1994. № 371. P. 600–602.

310. DeFrancesco C., Burke K. L. Performance Enhancement Strategies Used in a Professional Tennis Tournament // International Journal of Sport Psychology. 1997. Vol. 28. P. 185–195.
311. Delion M., Klinger E., Bernard F., Aubin C., Menei P. Immersing Patients in a Virtual Reality Environment for Brain Mapping During Awake Surgery: Safety Study // World Neurosurgery. 2020. Vol. 134. P. 937–943.
312. Denis M. Visual Imagery and the Use of Mental Practice in the Development of Motor Skills // Canadian Journal of Applied Sport Science. 1985. № 10. P. 4-8.
313. DeRenzi E., Spinnler H. Impaired Performance on Color Tasks in Patients with Hemispheric Damage // Cortex. 1967. Vol. 3. P. 194–217.
314. Derman W., Runciman P., Schwellnus M., Jordaan E., Blauwet C., Webborn N., Lexell J., van de Vliet P., Tuakli-Wosornu Y., Kissick J., Stomphorst J. High precompetition injury rate dominates the injury profile at the Rio 2016 Summer Paralympic Games: a prospective cohort study of 51 198 athlete days // British Journal of Sports Medicine. 2018. Vol. 52, № 1. P. 24–31. DOI: 10.1136/bjsports-2017-098039.
315. Derman W., Schwellnus M., Jordaan E., Blauwet C. A., Emery C., Pit-Grosheide P., Patino Marques N. A., Martinez-Ferrer O., Stomphorst J., Van de Vliet P., Webborn N., Willick S. E. Illness and injury in athletes during the competition period at the London 2012 Paralympic Games: development and implementation of a web-based surveillance system (WEB-IISS) for team medical staff // British Journal of Sports Medicine. 2013. Vol. 47, № 7. P. 420–425. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092375.
316. Desselle M. R., Brown R. A., James A. R., Midwinter M. J., Powell S. K., Woodruff M. A. Augmented and virtual reality in surgery // Computing in Science & Engineering. 2020. Vol. 22, № 3. P. 18–26.
317. Dettmers C., Adler T., Rzanny R., Van Schayck R., Gaser C., Weiss T. et al. Increased excitability in the primary motor cortex and supplementary motor area in patients with phantom limb pain after upper limb amputation // Neuroscience Letters. 2001. Vol. 307, № 2. P. 109–112.
318. Dharmawansa A. D., Nakahira K. T., Fukumura Y. Detecting Eye Blinking of a Real-world Student and Introducing to the Virtual e-Learning Environment // Procedia Computer Science. 2013. Vol. 22. P. 717–726. DOI: 10.1016/j.procs.2016.03.090.
319. di Russo F., Pitzalis S., Spinelli D. Fixation stability and saccadic latency in elite shooters // Vision Research. 2003. Vol. 43, № 17. P. 1837–1845.
320. Di Vita A., Boccia M., Palermo L., Guariglia C. To move or not to move, that is the question! Body schema and non-action oriented body representations: an fMRI meta-analytic study // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 2016. Vol. 68. P. 37–46.
321. Dickinson P., Gerling K., Wilson L., Parke A. Virtual reality as a platform for research in gambling behavior // Computers in Human Behavior. 2020. Vol. 107. Article 106293.
322. Dietrichkeit M., Grzella K., Nagel M., Moritz S. «Using virtual reality to explore differences in memory biases and cognitive insight in people with psychosis and healthy controls» // Psychiatry Research. 2020. Vol. 285. Article 112787.
323. Dolgov I., Graves W. J., Nearents M. R., Schwark J. D., Volkman C. B. Effects of cooperative gaming and avatar customization on subsequent spontaneous helping behavior // Computers in Human Behavior. 2014. Vol. 33. P. 49–55. DOI: 10.1016/j.chb.2013.12.028.
324. Dominey P., Decety J., Broussolle E., Chazot G., Jeannerod M. Motor imagery of a lateralized sequential task is asymmetrically slowed in hemi-Parkinson patients // Neuropsychologia. 1995. № 33. P. 727–741.
325. Dosil J. (ed.). The sport psychologist's handbook: A guide for sport-specific performance enhancement / ed. by J. Dosil. Chichester : John Wiley & Sons, 2006. 456 p.
326. Dosil J. Psychological interventions with football (soccer) teams // The Sport Psychologist's Handbook: A Guide for Sport-Specific Performance Enhancement. 2006. P. 139–158.

327. Downs E., Sundar S. S. «We won» vs. «They lost»: Exploring ego-enhancement and self-preservation tendencies in the context of video game play // Entertainment Computing. 2011. Vol. 2, № 1. P. 23–28.
328. Driskell J. E., Copper C., Moran A. P. Does mental practice enhance performance // Journal of Applied Psychology. 1994. Vol. 79, № 4. P. 481–492.
329. Düking P., Holmberg H. C., Sperlich B. The potential usefulness of virtual reality systems for athletes: a short SWOT analysis // Frontiers in Physiology. 2018. Vol. 9. P. 128.
330. Dunn R. A., Guadagno R. E. My Avatar and Me: Gender and Personality Predictors of Avatar-Self Discrepancy // Computers in Human Behavior. 2012. Vol. 28, Issue 1. P. 97–106. DOI: 10.1016/j.chb.2011.08.15.
331. Durbaba R., Taylor A., Manu C. A., Buonajuti M. Stretch reflex instability compared in three different human muscles // Experimental Brain Research. 2005. Vol. 163, № 3. P. 295–305. DOI: 10.1007/s00221-004-2165-x.
332. Efran J. S., Lesser G. S., Spiller M. J. Enhancing tennis coaching with youths using a metaphor method // The Sport Psychologist. 1994. Vol. 8, № 4. P. 349–359.
333. Eiris R., Gheisari M., Esmaeili B. Desktop-based safety training using 360-degree panoramaand static virtual reality techniques: A comparative experimental study // Automation in Construction. 2020. Vol. 109. Article 102969.
334. Elias Z. M., Batumalai U. M., Azmi A. N. H. Virtual reality games on accommodation and convergence // Applied Ergonomics. 2019. Vol. 81. Article 102879.
335. Epstein S. The stability of behavior: II. Implications for psychological research //American psychologist. 1980. Vol. 35., №. 9. P. 790.
336. Era P., Konttinen N., Mehto P., Saarela P., Lyytinen H. Postural stability and skilled performance a study on top-level and naive rifle shooters // Journal of Biomechanics. 1996. Vol. 29, № 3. P. 301–306. DOI: 10.1016/0021-9290(95)00066-6.
337. Erickson G. B. Optimizing Visual Performance for Sport // Advances in Ophthalmology and Optometry. 2018. Vol. 3, № 1. P. 1–19.
338. Erickson G. B. Sports Vision: Vision Care for the Enhancement of Sports Performance / G. B. Erickson. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2007. 308 p.
339. Etnyre B. R. Accuracy characteristics of throwing as a result of maximum force effort // Perceptual and Motor Skills. 1998. Vol. 86, № 3. P. 1211–1217. DOI: 10.2466/pms.1998.86.3c.1211.
340. Evans L., Jones L., Mullen R. An imagery intervention during the competitive season with an elite rugby union player // The Sport Psychologist. 2004. Vol. 18. P. 252–271.
341. Fairclough S. H., Stamp K., Dobbins C., Poole H. M. Computer games as distraction from PAIN: Effects of hardware and difficulty on pain tolerance and subjective IMMERSION // International Journal of Human-Computer Studies. 2020. Vol. 139. Art. 102427. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2020.102427.
342. Farah M. J. The Neural Bases of Mental Imagery // Trends in Neurosciences. 1989. Vol. 12. P. 395–399.
343. Farah M. J., Brummel B. J., Polinsky M., Weinberg S., Hammon D. L. Visual angle of the mind's eye before and after unilateral occipital lobectomy // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1992. № 18. P. 241–246.
344. Farizi F. D., Hoang T., Bangay S., Greuter S. Developing design guidelines for virtual reality based decision-making training for team sports // Extended Abstracts of the 2021 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play. 2021. P. 61–66.
345. Farley O. R. L., Spencer K., Baudinet L. Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review // Journal of Human Sport and Exercise. 2020. Vol. 15, № 3. P. 535–548. DOI: 10.14198/jhse.2020.153.06.
346. Farrow D., Abernethy B. Do expertise and the degree of perceptionaction coupling affect natural anticipatory performance? // Perception. 2003. Vol. 32, № 9. P. 1127–1139.

347. Faubert J., Sidebottom L. Perceptual-cognitive training of athletes // Journal of Clinical Sport Psychology. 2012. Vol. 6, № 1. P. 85–102.
348. Feltz D. L., Landers D. M. The Effects of Mental Practice on Motor Skill Learning and Performance: A Meta-Analysis // Journal of Sport Psychology. 1983. № 5. P. 25–57.
349. Fernández-Sotos P., Fernández-Caballero A., Rodriguez-Jimenez R. «Virtual reality for psychosocial remediation in schizophrenia: a systematic review» // The European Journal of Psychiatry. 2020. Vol. 34, Issue 1. P. 1–10.
350. Ferrara M. S., Palutsis G. R., Snouse S., Davis R. W. A longitudinal study of injuries to athletes with disabilities // International Journal of Sports Medicine. 2000. Vol. 21, № 3. P. 221–224.
351. Finke R. A. Levels of Equivalence in Imagery and Perception // Psychological Review. 1980. Vol. 87, № 2. P. 113–132.
352. Finkenzeller T., Sattlecker G., Würth S., Buchecker M., Hödlmoser K., Lindinger S. J., Amesberger G. Biathlon shooting as a model from a biomechanical, kinesiological and psychological perspective a multidisciplinary approach // In: A. Hakkarainen, V. Linnamo, S. Lindinger (eds.). Science and Nordic Skiing III. Jyväskylä: Jyväskylä University Press, 2016. P. 95–102.
353. Fischman M., Oxendine J. Motor Skill Learning for Effective Coaching and Performance // In: J. W. Williams (Ed.), Applied Sport Psychology. Palo Alto, Calif.: Mayfield, 1993. P. 11–23
354. Fitts P. M. Skill Training // Training Research and Education / ed. R. Glacer. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1962. 192 p.
355. Fitts P. M., Posner M. I. Human Performance / P. M. Fitts, M. I. Posner. Belmont, CA: Brooks/Cole, 1967. 281 p.
356. Frank C. Mental representation and learning in complex action: a perceptual-cognitive view on mental and physical practice. – 2014.
357. Fraser D. F., Gilliam J. F., Daley M. J., Le A. N., Skalski G. T. Explaining leptokurtic movement distributions: intrapopulation variation in boldness and exploration // The American Naturalist. 2001. Vol. 158, № 2. P. 124–135.
358. Frisoli A., Ruffaldi E., Filippeschi A. et al. In-door skill training in rowing practice with a VR based simulator // International Journal of Sport Psychology. 2010. Vol. 41, № 4. P. 14–16.
359. Furness P., Jessop J., Lippold O. C. Long-lasting increases in the tremor of human hand muscles following brief, strong effort // The Journal of Physiology. 1977. Vol. 265, № 3. P. 821–831. DOI: 10.1113/jphysiol.1977.sp011746.
360. Gabcan L., Alves A. S. M., Frutuoso e Melo P. F. 3D simulation model of water infiltration for radioactive waste on a virtual reality environment: an application to the Abadia de Goiás repository // Annals of Nuclear Energy. 2020. Vol. 140. P. 107265.
361. Gandevia S. C., et al. Motoneuronal output and gradation of effort in attempts to contract acutely paralysed leg muscles in man // The Journal of Physiology. 1993. Vol. 471. P. 411–427.
362. Garcia J. A., Sabido R., Barbado D., Moreno F. J. Analysis of the relation between throwing speed and throwing accuracy in team-handball according to instruction // European Journal of Sport Science. 2013. Vol. 13, № 2. P. 149–154. DOI: 10.1080/17461391.2011.606835.
363. Gardner R. A., Gardner B. T. Comparative psychology and language acquisition //Annals of the New York Academy of Sciences. 1978. Vol. 309., №. 1. P. 37-76.
364. Garza D. L., Feltz D. L. Effects of selected mental practice on performance, self-efficacy, and competition confidence of figure skaters // The Sport Psychologist. 1998. Vol. 12, № 1. P. 1–15.
365. Gasanov A. A., Odintsov M. A., Leonov S. V., Sukhochev P. Yu., Sedogin E. A., Belousova M. D., Polikanova I. S. Modeling shooting skills in adaptive biathlon for athletes of varying

skill levels using virtual reality technologies // National Psychological Journal. 2025. Vol. 20, № 2. P. 130–149. DOI: 10.11621/npj.2025.0209.
366. Gatti M., Palumbo R., Di Domenico A., Mammarella N. Simulating extreme environmental conditions via mental imagery: the case of microgravity and weight estimation // Frontiers in Psychology. 2022. Vol. 13. P. 913162.
367. Gerling K., Ray M., Abeele V. V., Evans A. B. Critical reflections on technology to support physical activity among older adults: An exploration of leading HCI venues // ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS). 2020. Vol. 13, № 1. P. 1–23.
368. Gerling K., Spiel K. A critical examination of virtual reality technology in the context of the minority body // Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 2021. P. 1–14.
369. Glisky M. L., Williams J. M., Kihlstrom J. F. Internal and External Imagery Perspectives and Performance on Two Tasks // Journal of Sport Behavior. 1996. Vol. 19, № 1. P. 3–18.
370. Goddard D., Neumann U. Performance rock climbing. Mechanicsburg, PA : Stackpole Books, 1993. 208 p.
371. Gokeler A., Bisschop M., Myer G. D., Benjaminse A., Dijkstra P. U., van Keeken H. G., van Raay J. J. A. M., Burgerhof J. G. M., Otten E. Immersive virtual reality improves movement patterns in patients after ACL reconstruction: implications for enhanced criteria-based return-to-sport rehabilitation // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2014. Vol. 24, № 7. P. 2280–2286. DOI: 10.1007/s00167-014-3374-x.
372. Goonetilleke R. S., Hoffmann E. R., Lau W. C. Pistol shooting accuracy as dependent on experience, eyes being opened and available viewing time // Applied Ergonomics. 2009. Vol. 40, № 3. P. 500–508. DOI: 10.1016/j.apergo.2008.09.005.
373. Goss S., Hall C., Buckolz E., Fishburne G. Imagery ability and the acquisition and retention of movements // Memory & cognition. 1986. Vol. 14., №. 6. P. 469-477.
374. Gould D. Goal Setting for Peak Performance / D. Gould. Mountain View, CA: Mayfield Publishing Company, 1993. 271 p.
375. Gould D., Damarjian N., Greenleaf C. Imagery training for peak performance // In: Van Raalte J., Brewer B. (Eds.). Exploring sport and exercise psychology. 2nd ed. Washington, DC: American Psychological Association, 2002. P. 49–74.
376. Green L. B. The use of imagery in the rehabilitation of injured athletes // In: D. Pargman (Ed.), Psychological bases of sport injuries. Morgantown, WV: Fitness Information Technology, 1993. P. 199–218.
377. Grèzes J., Armony J. L., Rowe J., Passingham R. E. Activations related to «mirror» and «canonical» neurones in the human brain: an fMRI study // NeuroImage. 2003. Vol. 18, № 4. P. 928–937.
378. Groslambert A., Candau R., Hoffman M., Bardy B., Rouillon J. Validation of Simple Tests of Biathlon Shooting Ability // International Journal of Sports Medicine. 2007. Vol. 20, № 3. P. 179–182. DOI: 10.1055/s-1999-970286.
379. Grouios G. Mental practice: a review // Journal of Sport Behavior. 1992. № 15(2). P. 42–59.
380. Growdon J. H., Shahani B. T., Young R. R. The effect of alcohol on essential tremor // Neurology. 1975. Vol. 25, № 3. P. 259–262. DOI: 10.1212/WNL.25.3.259.
381. Grushko A., Leonov S. The usage of eye-tracking technologies in rock climbing // Procedia Social and Behavioral Sciences. 2014. Vol. 146. P. 169–174.
382. Grushko A., Leonov S., Veraksa A. Eye-Tracking in Sport Psychology // Linton E. S. (ed.). Advances in Sports Research. Nova Science Publishers, 2015. P. 61–80.
383. Grushko A.I., Haidamashko I.V., Ibragimov R.R., Kornienko D.S., Korobeynikova E.Yu., Leonov S.V., Veraksa A.N. Does the Motivation, Anxiety and Imagery Skills Contribute to Football (Soccer) Experience? / // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2016. – Vol. 233. – P. 181–185.

384. Grushko A.I., Isaev A.V., Kaminsky I.V., Leonov S.V., Polikanova I.S. Modern Trends of Sport Psychology in Russian Psychological Society // Papeles del Psicologo. – 2019. – Vol. 40. – No. 1. – P. 64–73.
385. Grushko A.I., Leonov S.V. The Usage of Eye-Tracking Technologies in Rock-Climbing // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2014. – Vol. 146. – P. 169–174.
386. Guerrero M., Tobin D., Munroe-Chandler K., Hall C. Tigers and lions, oh my! Effect of a guided imagery intervention on children's active play //Journal of Applied Sport Psychology. 2015. Vol. 27, №. 4. P. 412-429.
387. Guillot A., Collet C. Construction of the Motor Imagery Integrative Model in Sport: a review and theoretical investigation of motor imagery use // International Review of Sport and Exercise Psychology. 2008. Vol. 1, № 1. P. 31–44.
388. Guillot A., Collet C., Dittmar A. Relationship between visual and kinesthetic imagery, field dependence-independence, and complex motor skills //Journal of Psychophysiology. 2004. Vol. 18., №. 4. P. 190-198.
389. Guillot A., Collet C., Nguyen V. A., Malouin F., Richards C., Doyon J. Brain activity during visual versus kinesthetic imagery: an fMRI study // Human Brain Mapping. 2009. Vol. 30, № 7. P. 2157–2172.
390. Guillot A., Nadrowska E., Collet C. Using Motor Imagery to Learn Tactical Movements in Basketball // Journal of Sport Behavior. 2009. Vol. 32, № 2. P. 189–206.
391. Guna J., Geršak G., Humar I., Song J., Pogačnik M. Influence of video content type on users' virtual reality sickness perception and physiological response // Future Generation Computer Systems. 2019. Vol. 91. P. 263–276. DOI: 10.1016/j.future.2018.08.049.
392. Gusev A. N., Mikhaylova O. A., Utochkin I. S. Stimulus determinants of the phenomenon of change blindness // Psychology in Russia: State of the Art. 2014. № 1 (7). P. 122–134. DOI: 10.11621/pir.2014.0111.
393. Haake S. Instant Expert: The future of sports engineering // New Scientist. 2012. Vol. 215, Issue 2872. DOI: 10.1016/S0262-4079(12)61711-4.
394. Haanen H. C. M., Hoenderdos H. T. W., van Romunde L. K. J., Hop W. C. J., Mallee C., Terwiel J. P., Hekster G. B. Controlled trial of hypnotherapy in the treatment of refractory fibromyalgia // Journal of Rheumatology. 1991. Vol. 18, № 1. P. 72–75.
395. Hadlow S.M., Panchuk D., Mann D.L., Portus M.R., Abernethy B. Modified perceptual training in sport: A new classification framework // Journal of Science and Medicine in Sport. 2018. Vol. 21, Issue 9. P. 950–958. DOI: 10.1016/j.jsams.2018.01.11.
396. Hale B. D. Imagery perspectives and learning in sports performance // Imagery in sports and physical performance. 1994. Vol. 1. P. 75-96.
397. Hale B. D., Whitehouse A. The effects of imagery-manipulated appraisal on intensity and direction of competitive anxiety //The Sport Psychologist. 1998. Vol. 12, № 1. P. 40-51.
398. Hale B. Imagery perspectives and learning in sports performance // In: Imagery in sports and physical performance / ed. A. Sheikh, E. Korn. Amityville, NY: Baywood Publishing, 1994. P. 75–96.
399. Hale J. E. Black children: Their roots, culture, and learning styles. – JHU Press, 1982.
400. Halgren E., Dale A. M., Sereno M. I., Tootell R. B. H. Location of human face-selective cortex with respect to retinotopic areas // Human Brain Mapping. 1999. Vol. 7. P. 29–37.
401. Hall C. R. Measuring imagery abilities and imagery use // In Advances in sport and exercise psychology measurement, ed. J. Duda. Morgantown, WV: Fitness Information Technology, 1998. P. 165–172.
402. Hall C. R. Sport imagery questionnaire //International Journal of Sport Psychology. 2005.
403. Hall C. R. и Martin K. A. Measuring movement imagery abilities: A revision of the Movement Imagery Questionnaire // Journal of Mental Imagery. 1997. Vol. 21. P. 143–154.

404. Hall C. R., Mack D. E., Paivio A., Hausenblas H. A. Imagery use by athletes: Development of the Sport Imagery Questionnaire // International Journal of Sport Psychology. 1998. Vol. 29. P. 73–89.
405. Hall C. R., Rodgers W. M., Barr K. A. The Use of Imagery by Athletes in Selected Sports // The Sport Psychologist. 1990. Vol. 4, № 1. P. 1–10.
406. Hall C., Pongrac J. Movement Imagery Questionnaire // London, Ontario: University of Western Ontario, 1983.
407. Hall C., Pongrac J., Buckholz E. The measurement of imagery ability // Human Movement Science. 1985. Vol. 4, № 2. P. 107–118.
408. Hall C., Schmidt D., Durand M. C., Buckolz E. Imagery and Motor Skills Acquisition // Imagery in Sports and Physical Performance / ed. by A. A. Sheikh, E. R. Korn. Amityville, NY : Baywood Publishing Company, 1994. P. 121–134.
409. Hall E. G., Erffmeyer E. S. The effect of visuo-motor behavior rehearsal with videotaped modeling on free throw accuracy of intercollegiate female basketball players // Journal of Sport Psychology. 1983. Vol. 5. P. 343–346.
410. Halligan P. W. Phantom limbs: the body in mind // Cognitive Neuropsychiatry. 2002. Vol. 7, № 3. P. 251–269.
411. Hallmann, K., Giel, T. eSports: Competitive sports or recreational activity? // Sport Management Review. 2018. Vol. 21, Issue 1. P. 14–20.
412. Hanakawa T., Dimyan M. A., Hallett M. Motor planning, imagery, and execution in the distributed motor network: a time-course study with functional MRI // Cerebral Cortex. 2008. № 18(12). P. 2775–2788.
413. Hardy L. The Coleman Roberts Griffith address: Three myths about applied consultancy work //Journal of Applied Sport Psychology. 1997. Vol. 9., №. 2. P. 277-294.
414. Hardy L., Callow N. Efficacy of external and internal visual imagery perspectives for the enhancement of performance on tasks in which form is important // Journal of Sport and Exercise Psychology. 1999. Vol. 21., № 2. P. 95-112.
415. Hardy L., Jones G., Gould D. Understanding Psychological Preparation for Sport: Theory and Practice of Elite Performers / L. Hardy, G. Jones, D. Gould. Chichester, West Sussex, England: Wiley, 1996. 368 p.
416. Harle S. K., Vickers J. N. Training Quiet Eye improves accuracy in basketball free throw // The Sport Psychologist. 2001. Vol. 15, № 3. P. 289–305.
417. Harris D. V., Robinson W. J. The effects of skill level on EMG activity during internal and external imagery //Journal of Sport and Exercise Psychology. 1986. Vol. 8., №. 2. P. 105-111.
418. Haywood K. M. Psychological aspects of archery // The Sport Psychologist's Handbook: A Guide for Sport-Specific Performance Enhancement / ed. by J. Dosil. London: John Wiley & Sons, Ltd, 2006. P. 549–566.
419. Hecker J. E., Kaczor L. M. Application of Imagery Theory to Sport Psychology: Some Preliminary Findings // Journal of Sport and Exercise Psychology. 1988. Vol. 10, № 4. P. 363–373.
420. Helm F., Cañal-Bruland R., Mann D. L., Troje N. F., Munzert J. Integrating situational probability and kinematic information when anticipating disguised movements // Psychology of Sport and Exercise. 2020. Vol. 46. Art. 101607. DOI: 10.1016/j.psychsport.2019.101607.
421. Henson R. K. Effect-Size Measures and Meta-Analytic Thinking in Counseling Psychology Research // The Counseling Psychologist. 2006. Vol. 34, № 5. P. 601–629. DOI: 10.1177/0011000005283558.
422. Highlen P. S., Bennett B. B. Psychological characteristics of successful and nonsuccessful elite wrestlers: An exploratory study //Journal of Sport and Exercise Psychology. 1979. Vol. 1., №. 2. P. 123-137.

423. Hirt J., Beer T. Use and impact of virtual reality simulation in dementia care education: A scoping review // Nurse Education Today. 2020. Vol. 84. P. 104207.
424. Hodges N., Williams A. M. M. (ed.). Skill acquisition in sport / N. Hodges, A. M. M. Williams. Taylor & Francis, 2012.
425. Hoffman M. D., Gilson P. M., Westenburg T. M., Spencer W. A. Biathlon Shooting Performance after Exercise of Different Intensities // International Journal of Sports Medicine. 1992. Vol. 13, № 3. P. 270–273. DOI: 10.1055/s-2007-1021265.
426. Hoffman M. D., Street G. M. Characterization of the Heart Rate Response during Biathlon // International Journal of Sports Medicine. 1992. Vol. 13, № 5. P. 390–394. DOI: 10.1055/s-2007-1021286.
427. Hollebeek, L. D., Clark, M. K., Andreassen, T. W., Sigurdsson, V., Smith, D. Virtual reality through the customer journey: Framework and propositions // Journal of Retailing and Consumer Services. 2020. Vol. 55. Art. 102056.
428. Höller Y., Höhn C., Schwimmbeck F., Plancher G., Trinka E. «A virtual reality paradigm to assess episodic memory: Validation-dataset for six parallel versions and a structured behavioral assessment» // Data in Brief. 2020. Vol. 29. Article 105279.
429. Holmes P. S., Collins D. J. The PETTLEP approach to motor imagery. A functional equivalence model for sport psychologists // Journal of Applied Sport Psychology. 2001. Vol. 13, № 1. P. 60–83.
430. Horgan O., MacLachlan M. Psychosocial adjustment to lower-limb amputation: a review // Disability and Rehabilitation. 2004. Vol. 26, № 14–15. P. 837–850.
431. HTC Vive : Official Website : [Электронный ресурс]. URL: https://www.vive.com/eu/ (дата обращения: 12.12.2025).
432. Hudec, M., Rollová, L. Adaptability in the Architecture of Sport Facilities // Procedia Engineering. 2016. P. 1393–1397.
433. Hülsmann F., Göpfert J. P., Hammer B., Kopp S., Botsch M. Classification of motor errors to provide real-time feedback for sports coaching in virtual reality A case study in squats and Tai Chi pushes // Computers & Graphics. 2018. Vol. 76. P. 47–59.
434. Huttenlocher P. R., Dabholcar A. S. Developmental anatomy of prefrontal cortex // Development of the prefrontal cortex: evolution, neurobiology, and behavior / ed. N. A. Krasnegor, G. R. Lyon, P. S. Goldman-Rakic. Baltimore: P. H. Brookes Pub. Co., 1997.
435. Huys R., Cañal-Bruland R., Hagemann N., Beek P. J., Smeeton N. J., Williams A. M. Global information pickup underpins anticipation of tennis shot direction // Journal of Motor Behavior. 2009. Vol. 41, № 2. P. 158–171.
436. Ijsselsteijn W., de Kort Y., Westerink J., de Jager M., Bonants R. Fun and sports: enhancing the home fitness experience // Lecture Notes in Computer Science. 2004. Vol. 3166. P. 46–56. DOI: 10.1007/978-3-540-28643-1_8.
437. Ingram K. M., Espelage D. L., Merrin G. J., Valido A., Heinhorst J., Joyce M. Evaluation of avirtual reality enhanced bullying prevention curriculum pilot trial // Journal ofAdolescence. 2019. Vol. 71. P. 72–83.
438. International Paralympic Committee. Wheelchair tennis / IPC. 2016. URL:https://www.paralympic.org/wheelchair-tennis (дата обращения: 24.10.2025)
439. International Tennis Federation. Regulations for wheelchair tennis / ITF. 2018. URL: http://www.itftennis.com/ (дата обращения: 19.11.2025)
440. Irwin B.C., Scorniaenchi J., Kerr N.L., Eisenmann J.C., Feltz D.L. Aerobic exercise is promotedwhen individual performance affects the group: a test of the Kohler motivation gain effect// Annals of Behavioral Medicine. 2012. Vol. 44, № 2. P. 151 - 159. DOI: 10.1007/s12160-012-9367-4.
441. Isaac A. R., Marks D. F. Individual differences in mental imagery experience: Developmental changes and specialization // British Journal of Psychology. 1994. Vol. 85., №. 4. P. 479-500.

442. Isaac A., Marks D. F., Russell D. G. An instrument for assessing imagery of movement: The Vividness of Movement Imagery Questionnaire (VMIQ) // Journal of Mental Imagery. 1986. Vol. 10. P. 23–30.
443. Isaev A.V., Korshunov A.V., Leonov S.V., Sanoyan T.R., Veraksa A.N. Quantitative and Qualitative Indicators of Developing Anticipation Skills in Junior Wrestling Athletes // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2016. – Vol. 233. – No 4. – P. 186–191.
444. Ivanov D. I., Chumakov V. N., Karintsev I. A., Lobanov N. V. Elite biathletes'shooting skills kinematics analysis // Theory and Practice of PhysicalCulture. 2022. № 2. P. 13–15.
445. Ivanov, V. D., Golubkov, A. V. Virtual tourism a new educational direction // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2020. Т. 5, № 1. С. 112–116.
446. Jackson R. C., Ashford K. J., Norsworthy G. Attentional focus, dispositional reinvestment, and skilled motor performance under pressure //Journal of Sport and Exercise Psychology. 2006. Vol. 28., №. 1. P. 49-68.
447. Jacobson E. Electrical measurements of neuromuscular states during mental activities: VI. A note on mental activities concerning an amputated limb // American Journal of Physiology-Legacy Content. 1931. Т. 96, № 1. С. 122–125.
448. James W. The principles of Psychology / W. James. 1890. Vol. 2. P. 94.
449. Jang Y., Park E. An adoption model for virtual reality games: The roles of presence and enjoyment // Telematics and Informatics. 2019. Vol. 42. Article 101239.
450. Janssen J., Sheikh A. A. Enhancing Athletic Performance Through Imagery: An Overview // In: Imagery in Sports and Physical Performance, ed. A. Sheikh, E. Korn. Amityville, NY: Baywood, 1994. P. 1–22.
451. Javaid M., Haleem A. Virtual reality applications toward medical field // Clinical Epidemiology and Global Health. 2020. Vol. 8, Issue 2. P. 600–605.
452. Jeannerod M. The Representing Brain: Neural Correlates of Motor Intention and Imagery // Behavioral and Brain Sciences. 1993. Vol. 17, № 2. P. 187–202.
453. Jordet G. Perceptual training in soccer: An imagery intervention study with elite players // Journal of Applied Sport Psychology. 2005. Vol. 17, № 2. P. 140–156.
454. Jowdy D. P., Harris D. V. Muscular responses during mental imagery as a function of motor skill level // Journal of Sport and Exercise Psychology. 1990. Vol. 12, № 2. P. 191–201.
455. Kang H. S., Yang H. D. The visual characteristics of avatars in computer-mediated communication: Comparison of Internet Relay Chat and Instant Messenger as of 2003 // International Journal of Human-Computer Studies. 2006. Vol. 64, Issue 12. P. 1173–1183. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2006.07.003.
456. Kang S., Kang S. The study on the application of virtual reality in adapted physical education // Cluster Computing. 2019. Vol. 22, №1. P. 2351–2355. DOI: 10.1007/s10586-018-5033-3.
457. Kardong-Edgren S., Farra S. L., Alinier G., Young H. M. A Call to Unify Definitions of Virtual Reality // Clinical Simulation in Nursing. 2019. Vol. 31. P. 28–34.
458. Karkar A., AlMaadeed S., Salem R., AbdelHady M., Abou-Aggour S., Hafsa Samea H. KinFit: A factual aerobic sport game with stimulation support // International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET). 2018. Vol. 13, № 12. P. 50–67.
459. Keeney J., Schneider K. L., Moller A. C. Lessons learned during formative phase development of an asynchronous, active video game intervention: Making sedentary fantasy sports active // Psychology of Sport and Exercise. 2019. Vol. 41. P. 200–210.
460. Kelly A., Hubbard M. Design and construction of a bobsled driver training simulator // Sports Engineering. 2000. Vol. 3. P. 13–25.
461. Keshner E. A., Kenyon R. V. The influence of an immersive virtual environment on the segmental organization of postural stabilizing responses // Journal of Vestibular Research. 2000. Vol. 10, № 4–5. P. 207–219.

462. Khacharem A., Zoudji B., Kalyuga S., Ripoll H. The expertise reversal effect for sequential presentation in dynamic soccer visualizations // Journal of Sport and Exercise Psychology. 2013. Vol. 35, № 3. P. 260–269.
463. Khasin L. A. Biomechanical analysis of technique of highly skilled weightlifters with the application of mathematical modeling and high-speed video recording // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Vol. 1028. P. 96–105.
464. Kim D., Ko Y. J. The impact of virtual reality (VR) technology on sport spectators' flow experience and satisfaction // Computers in Human Behavior. 2019. Vol. 93. P. 346–356.
465. Kim H., Kim S. H. Understanding emotional bond between the creator and the avatar: Change in behavioral intentions to engage in alcohol-related traffic risk behaviors // Computers in Human Behavior. 2016. Vol. 62. P. 186–200. DOI: 10.1007/978-3-319-59144-5_5.
466. Kim S. Y., Prestopnik N., Biocca F. A. Body in the interactive game: how interface embodiment affects physical activity and health behavior change // Computers in Human Behavior. 2014. Vol. 36. P. 376–384. doi:10.1016/j.chb.2014.03.067.
467. Kiryukhin, P., Shcherbakov, A., Romanenko, V., Pugachev, P., Zadeba, E. Development of a virtual analogue of uranium-graphite subcritical assembly and visualization of the neutron flux distribution in virtual reality // Procedia Computer Science. 2020. Vol. 169. P. 192–197.
468. Kiss B., Balogh L. A study of key cognitive skills in handball using the Vienna test system / B. Kiss, L. Balogh. 2019. 177 p.
469. Kittel A., Larkin P., Elsworthy N., Spittle M. Using 360° virtual reality as a decision-making assessment tool in sport // Journal of Science and Medicine in Sport. 2019. Vol. 22, № 9. P. 1049–1053.
470. Klein I., Paradis A.-L., Poline J.-B., Kosslyn S. M., Le Bihan D. Transient activity in human calcarine cortex during visual imagery // Journal of Cognitive Neuroscience. 2000. Vol. 12. P. 15–23.
471. Kleinert J., Ohlert J., Carron B., Eys M., Feltz D., Harwood C., Linz L., Seiler R., Sulprizio M. Group dynamics in sports: an overview and recommendations on diagnostic and intervention // The Sport Psychologist. 2012. Vol. 26, № 3. P. 412–434. DOI: 10.1123/tsp.26.3.412.
472. Koch I., Keller P., Prinz W. The ideomotor approach to action control: Implications for skilled performance // International Journal of Sport and Exercise Psychology. 2004. Vol. 2, № 4. P. 362–375.
473. Kohl R., Roenker D. Mechanism involvement during skill imagery // Journal of Motor Behavior. 1983. № 15. P. 179–190.
474. Kolb B., Mychasiuk R., Gibb R. Brain development, experience, and behavior // Pediatric Blood & Cancer. 2014. Vol. 61, № 10. P. 1720–1723.
475. Kondo T., Saeki M., Hayashi Y., Nakayashiki K., Takata Y. Effect of instructive visual stimuli on neurofeedback training for motor imagery-based brain–computer interface //Human movement science. – 2015. – Vol. 43. – P. 239-249.
476. Körndle, H. (1983). Motorisches Lernen als kognitiver Prozess: Die Beziehung interner Repräsentation zur Ausführung von Bewegungen. In H. Rieder (Hrsg.), Motorik- und Bewegungsforschung (S. 178-182). Schorndorf: Hofmann.
477. Kosslyn S. M., Thompson W. L., Kim I. J., Alpert N. M. Topographical representations of mental images in primary visual cortex // Nature. 1995. Vol. 3. P. 496–498.
478. Kosslyn S., Ganis G., Thompson W. L. Neural foundations of imagery // Nature Reviews Neuroscience. 2001. Vol. 2. P. 635–642.
479. Kozachynska V. V. A subject of the informative society: «body image», sport and «challenges» of corporality // Pedagogy, Psychology and Biomedical Problems of Physical Education and Sport. 2012. № 5. P. 76–79.

480. Kuhn D., Amsel E., O'Loughlin M., Schauble L., Leadbeater B., Yotive W. The development of scientific thinking skills / D. Kuhn, E. Amsel, M. O'Loughlin, L. Schauble, B. Leadbeater, W. Yotive. San Diego : Academic Press, 1988. 320 p.
481. Kulpa R., Bideau B., Brault S. Displacements in Virtual Reality for Sports PerformanceAnalysis // Human Walking in Virtual Environments / F. Steinicke, Y. Visell, J. Campos,A. Lécuyer (eds.). New York, NY: Springer, 2013. P. 299–318. DOI: 10.1007/978-1-4419-8432-6_13.
482. Kurtvelieva M. F. Cognitive specifics of cybersportsmen: research directions and prospects // Psychology and pedagogy in Crimea: ways of development. 2019. № 1. C. 48–58.
483. Laaksonen M. S., Finkenzeller T., Holmberg H.-C., Sattlecker G. The influence of physiobiomechanical parameters, technical aspects of shooting, and psychophysiological factors on biathlon performance: A review // Journal of Sport and Health Science. 2018. Vol. 7, № 4. P. 394–404.
484. Labovitz J., Hubbard C. The Use of Virtual Reality in Podiatric Medical Education // Clinics in Podiatric Medicine and Surgery. 2020. Vol. 37, Issue 2. P. 409–420.
485. Lakicevic N., Andjelic B., Manojlovic M., Gentile A., Bianco A., Paoli A., Leonov S., Pashchenko A., Drid P. Virtual Reality and Cognitive Function Rehabilitation after Traumatic Brain Injury: a Systematic Review // European Journal of Translational Myology. – 2025. – Vol. 35. – No 2. – P. 13275.
486. Lakie M. The influence of muscle tremor on shooting performance // Experimental Physiology. 2010. Vol. 95, № 3. P. 441–450. DOI: 10.1113/expphysiol.2009.047555.
487. Lakie M., Caplan N., Loram I. D. Human balancing of an inverted pendulum with a compliant linkage: neural control by anticipatory intermittent bias // The Journal of Physiology. 2003. Vol. 551, № 1. P. 357–370. DOI: 10.1113/jphysiol.2002.036939.
488. Lakie M., Frymann K., Villagra F., Jakeman P. The effect of alcohol on physiological tremor // Experimental Physiology. 1994. Vol. 79, № 2. P. 273–276. DOI: 10.1113/expphysiol.1994.sp003763.
489. Lakie M., Villagra F., Bowman I., Wilby R. Shooting performance is related to forearm temperature and hand tremor size // Journal of Sports Sciences. 1995. Vol. 13, № 4. P. 313–320. DOI: 10.1080/02640419508732245.
490. Lakie M., Walsh E. G., Arblaster L. A., Villagra F., Roberts R. C. Limb temperature and human tremors // Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 1994. Vol. 57, № 1. P. 35–42. DOI: 10.1136/jnnp.57.1.35.
491. Lakie M., Walsh E. G., Wright G. W. Passive mechanical properties of the wrist and physiological tremor // Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 1986. Vol. 49, № 6. P. 669–676. DOI: 10.1136/jnnp.49.6.669.
492. Lambert S. A. The effects of hypnosis/guided imagery on the postoperative course of children // Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics. 1996. Vol. 17, № 5. P. 307–310.
493. Lamblin G., Thiberville G., Druette L., Moret S., Chene G. Virtual reality simulation to enhance laparoscopic salpingectomy skills // Journal of Gynecology Obstetrics and Human Reproduction. 2020. Vol. 49, Issue 3. P. 101685.
494. Landauer A. A. Alcohol Drinking Reduces Hand Tremor // British Journal of Addiction. 1981. Vol. 76, № 4. P. 429–430. DOI: 10.1111/j.1360-0443.1981.tb03242.x.
495. Lang P. J. Imagery in therapy: an informational processing analysis of fear // Behavior Therapy. 1977. № 8. P. 862–886.
496. Lang P. J., Kozak M. J., Miller G. A., Levin D. N., McLean A. Jr. Emotional imagery: conceptual structure and pattern of somato-visceral response // Psychophysiology. 1980. Vol. 17. P. 179–192.
497. Lang P. J., Levin D. N., Miller G. A., Kozak M. J. Fear behavior, fear imagery, and the psychophysiology of emotion: the problem of affective response integration // Journal of Abnormal Psychology. 1983. Vol. 92. P. 276–306.

498. Larue J., Bard C., Otis L., Fleury M. Stability in shooting: The effect of expertise in the biathlon and in rifle shooting // Canadian Journal of Sport Sciences = Journal Canadien Des Sciences Du Sport. 1989. Vol. 14, № 1. P. 38–45.
499. Laskowski E. R. Snow skiing for the physically disabled // Mayo Clinic Proceedings. 1991. Vol. 66, № 2. P. 160–172. DOI: 10.1016/S0025-6196(12)60488-1.
500. Lastuka A., Cottingham M. The effect of adaptive sports on employment among people with disabilities // Disability and Rehabilitation. 2016. Vol. 38, № 8. P. 742–748.
501. Lawther K. S. The Learning of Physical Skills / K. S. Lawther. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1968. 621 p.
502. Le Noury P., Polman R., Maloney M., Gorman A. A narrative review of the current state of extended reality technology and how it can be utilised in sport // Sports Medicine. 2022. Vol. 52, № 7. P. 1473–1489.
503. Lee H. T., Kim Y. S. The effect of sports VR training for improving human body composition // EURASIP Journal on Image and Video Processing. 2018. Vol. 2018, № 148. DOI: 10.1186/s13640-018-0387-2.
504. Lee K. C. Future directions for an applications of virtual reality in physical education // Korean J. Phys. Educ. 2004. Vol. 43. P. 337–347.
505. Lee K. H. Evaluation of attention and relaxation levels of archers in shooting process using brain wave signal analysis algorithms // Emotional science. 2009. Vol. 3, № 12. P. 341–350.
506. Lee S.Y., Kang J. Effect of virtual reality meditation on sleep quality of intensive care unit patients: A randomised controlled trial // Intensive and Critical Care Nursing. 2020. Vol. 59. P. 102849.
507. Legault I., Faubert J. Perceptual-cognitive training improves biological motion perception: evidence for transferability of training in healthy aging // Neuroreport. 2012. Vol. 23, № 8. P. 469–473.
508. Legrand F. D., Joly P. M., Bertucci W. M., Soudain-Pineau M. A., Marcel J. Interactive-Virtual Reality (IVR) exercise: an examination of in-task and pre-to-post exercise affective changes // Journal of Applied Sport Psychology. 2011. Vol. 23, № 1. P. 65–75. DOI: 10.1080/10413200.2010.523754.
509. Leménager T., Dieter J., Hill H., Koopmann A., Mann K. Neurobiological correlates of physical self-concept and self-identification with avatars in addicted players of Massively Multiplayer Online Role-Playing Games (MMORPGs) // Addictive Behaviors. 2014. Vol. 39, Issue 12. P. 1789–1797. DOI: 10.1016/j.addbeh.2014.07.017.
510. Leonov S. V., Polikanova I. S., Bulaeva N. I., Klimenko V. A. Using virtual reality in sports practice // National Psychological Journal. 2020. Vol. 13, № 1. P. 18–30. DOI: 10.11621/npj.2020.0102.
511. Leonov S.V. Diagnostics of Time Perception in Synchronized Swimming // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2012. – Vol. 33. – P. 771–775. (DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.01.226).
512. Lequerica A., Rapport L., Axelrod B. N., Telmet K., Whitman R. D. Subjective and objective assessment methods of mental imagery control: construct validation of self-report measures // Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology. 2002. Vol. 24, № 8. P. 1103–1116.
513. Li B. J., Lwin M. O. Player see, player do: Testing an exergame motivation model based on the influence of the self-avatar // Computers in Human Behavior. 2016. Vol. 59. P. 350–357. DOI: 10.1016/j.chb.2016.02.034.
514. Liao C. M., Masters R. S. W. Analogy learning: A means to implicit motor learning // Journal of Sports Sciences. 2001. Vol. 19, № 5. P. 307–319.
515. Lim S., Reeves B. Computer agents versus avatars: Responses to interactive game characters controlled by a computer or other player // International Journal of Human-Computer Studies. 2010. Vol. 68, Issues 1–2. P. 57–68. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2009.09.008.

516. Lippens V. The temporal and dynamic synchronization of movement in coxless oared shells // Sport Kinetics 1997: Theories of Motor Performance and Their Reflections in Practice / ed. P. Blaser. Hamburg: Czwalina, 1997. Vol. 2. P. 39–44.
517. Liutsko L., Leonov S., Pashenko A., Polikanova I. Is Frequency of Practice of Different Types of Physical Activity Associated with Health and a Healthy Lifestyle at Different Ages? // European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education. – 2024. – Vol. 14. – No. 1. – P. 256–271.
518. Lohr B. A., Scogin F. Effects of Self-Administered Visuo-Motor Behavioral Rehearsal on Sport Performance of Collegiate Athletes // Journal of Sport Behavior. 1998. Vol. 21, № 2. P. 206–218
519. López-Felip, M. A., Davis, T. J., Frank, T. D., Dixon, J. A. A cluster phase analysis for collective behavior in team sports // Human Movement Science. 2018. Vol. 59. P. 96–111.
520. Losnegard T., Mikkelsen K., Rønnestad B. R., Hallén J., Rud B., Raastad T. The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross country skiers // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2011. Vol. 21, № 3. P. 389–401. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2009.01074.x.
521. Lotze M., Flor H., Grodd W., Larbig W., Birbaumer N. Phantom movements and pain: an fMRI study in upper limb amputees // Brain. 2001. Vol. 124, № 11. P. 2268–2277.
522. Luchsinger H., Kocbach J., Ettema G., Sandbakk Ø. Comparison of the Effects of Performance Level and Sex on Sprint Performance in the Biathlon World Cup // International Journal of Sports Physiology and Performance. 2018. Vol. 13, № 3. P. 360–366. DOI: 10.1123/ijspp.2017-0112.
523. MacIver K., Lloyd D. M., Kelly S., Roberts N., Nurmikko T. Phantom limb pain, cortical reorganization and the therapeutic effect of mental imagery // Brain. 2008. Vol. 131, № 8. P. 2181–2191.
524. MacKay D. The problem of rehearsal or mental practice // Journal of Motor Behavior. 1981. Vol. 13. P. 274–285.
525. Maeda F., Chang V. Y., Longson K., Aziz-Zadeh L., Mazziotta J., Iacoboni M. Motor facilitation during action observation depends on viewer's perspective: a TMS study // NeuroImage. 2001. Vol. 13, № 6. P. 1224.
526. Magill R., Anderson D. I. Motor learning and control / R. Magill, D. I. Anderson. New York: McGraw-Hill Publishing, 2010.
527. Mahoney M. J., Avener M. Psychology of the Elite Athlete: An Exploratory Study // Cognitive Therapy and Research. 1977. Vol. 1. P. 135–141.
528. Mahoney M. J., Gabriel T. J., Perkins T. S. Psychological skills and exceptional athletic performance //The sport psychologist. 1987. Vol. 1., №. 3. P. 181-199.
529. Makin T. R., Filippini N., Duff E. P., Slater D. H., Tracey I., Johansen-Berg H. Network-level reorganisation of functional connectivity following arm amputation // NeuroImage. 2015. Vol. 114. P. 217–225.
530. Malomsoki J., Szmodis I. Visual response time changes in athletes during physical effort // Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschließlich Arbeitsphysiologie. 1970. Vol. 29. P. 65–72. DOI: 10.1007/BF00695709.
531. Malone M. D., Strube M. J. Meta-analysis of non-medical treatments for chronic pain // Pain. 1988. Vol. 34, № 3. P. 231–244.
532. Malouff J. M., McGee J. A., Halford H. T., Rooke S. E. Effects of pre-competition positive imagery and self-instructions on accuracy of serving in tennis // Journal of Sport Behavior. 2008. Vol. 31, № 3. P. 264–275.
533. Mamassis G., Doganis G. The Effects of a Mental Training Program on Juniors Pre-Competitive Anxiety, Self-Confidence, and Tennis Performance // Journal of Applied Sport Psychology. 2004. Vol. 16. P. 118–137.

534. Mangine G. T. et al. Visual tracking speed is related to basketball-specific measures of performance in NBA players // The Journal of Strength & Conditioning Research. 2014. Vol. 28, № 9. P. 2406–2414.
535. Mann D. T. Y., Coombes S. A., Mousseau M. B., Janelle C. M. Quiet eye and the Bereitschaftspotential: visuomotor mechanisms of expert motor performance // Cognitive Processing. 2011. Vol. 12, № 3. P. 223–234. DOI: 10.1007/s10339-011-0412-1.
536. Marschark M., Hunt R. R. A reexamination of the role of imagery in learning and memory // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 1989. № 15(4). P. 710–720.
537. Marsden C. D., Meadows J. C. The effect of adrenaline on the contraction of human muscle // The Journal of Physiology. 1970. Vol. 207, № 2. P. 429–448. DOI: 10.1113/jphysiol.1970.sp009071.
538. Marsden C. D., Meadows J. C., Lange G. W., Watson R. S. The relation between physiological tremor of the two hands in healthy subjects // Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 1969. Vol. 27, № 2. P. 179–185. DOI: 10.1016/0013-4694(69)90171-0.
539. Martens R. Successful coaching. 3rd ed. // Champaign, IL: Human Kinetics, 2004. 508 p.
540. Martin K. A., Hall C. R. Using mental imagery to enhance intrinsic motivation // The Journal of Sport & Exercise Psychology. 1995. Vol. 17. P. 54–69.
541. Martin K. A., Moritz S. E., Hall C. R. Imagery Use in Sport: A Literature Review and Applied Model // The Sport Psychologist. 1999. Vol. 13, № 3. P. 245–268.
542. Maruff P., et al. Asymmetries between dominant and non-dominant hands in real and imagined motor task performance // Neuropsychologia. 1999. Vol. 37, № 3. P. 379–384.
543. Mason B. S., van der Woude L. H. V., Goosey-Tolfrey V. L. The ergonomics of wheelchair configuration for optimal performance in the wheelchair court sports // Sports Medicine. 2013. Vol. 43, № 1. P. 23–38. DOI: 10.1007/s40279-012-0005-x.
544. Mason L., Moessnang C., Chatham C., Ham L., Tillmann J., Dumas G. et al. Stratifying the autistic phenotype using electrophysiological indices of social perception // Science Translational Medicine. 2022. Vol. 14, № 658. P. eabf8987.
545. Masters R. S. W. Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure // British Journal of Psychology. 1992. Vol. 83, № 3. P. 343–358.
546. Mattila O., Korhonen A., Pöyry E., Hauru K., Parvinen P. Restoration in a virtual reality forest environment // Computers in Human Behavior. 2020. Vol. 107. Article 106295.
547. Mauer M. H., Burnett K. F., Ouellette E. A., Ironson G. H., Dandes H. M. Medical hypnosis and orthopedic hand surgery: pain perception, postoperative recovery, and therapeutic comfort // International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis. 1999. Vol. 47, № 2. P. 144–161.
548. Maxwell J. P., Masters R. S. W., Eves F. F. From novice to no know-how: A longitudinal study of implicit motor learning //Journal of sports sciences. 2000. Vol. 18, №. 2. P. 111-120.
549. McAuley J. H., Britton T. C., Rothwell J. C., Findley L. J., Marsden C. D. The timing of primary orthostatic tremor bursts has a task-specific plasticity // Brain. 2000. Vol. 123, № 2. P. 254–266. DOI: 10.1093/brain/123.2.254.
550. McLean N. J., Richardson A. P. The Role of Imagery in Perfecting Already Learned Physical Skills // In Imagery in Sports and Physical Performance, ed. A. Sheikh, E. Korn. New York: Baywood Publishing, 1994. P. 59–73.
551. McNeese N. J., Cooke N. J., Fedele M. A., Gray R. Theoretical and Methodical Approaches to Studying Team Cognition in Sports // Procedia Manufacturing. 2015. Vol. 3. P. 1211–1218. DOI: 10.1016/j.promfg.2015.07.201.
552. Meaney P. H. The Use of Mental Rehearsal in Sport // Sport Coach. 1984. № 8. P. 3–6.

553. Mechsner F. A psychological approach to human voluntary movements // Journal of Motor Behavior. 2004. Vol. 36, № 4. P. 355–370.
554. Meehan M. et al. Physiological measures of presence in stressful virtual environments // ACM Transactions on Graphics (TOG). 2002. Vol. 21, № 3. P. 645–652.
555. Meerhoff L. A., De Poel H. J., Jowett T. W. D., Button C. Walking with avatars: Gait-related visual information for following a virtual leader // Human Movement Science. 2019. Vol. 66. P. 173–185. DOI: 10.1016/j.humov.2019.04.003.
556. Meinel, K., Schnabel, G. Bewegungslehre-Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt / K. Meinel, G. Schnabel. Meyer & Meyer Verlag, 2007.
557. Meltzoff A. N. Towards a developmental cognitive science. The implications of cross-modal matching and imitation for the development of representation and memory in infancy // Annals of the New York Academy of Sciences. 1990. Vol. 608. P. 1–31
558. Memmert D. Training der Aufmerksamkeitsausrichtung und-lenkung im Sportspiel // Kognitives Training im Sport. 2014. P. 117–136.
559. Memmert D., Hüttermann S., Hagemann N., Loffing F., Strauss B. Dueling in the penalty box: evidence-based recommendations on how shooters and goalkeepers can win penalty shootouts in soccer // International Review of Sport and Exercise Psychology. 2013. Vol. 6, № 1. P. 209–229.
560. Menshikova G., Kovalev A., Klimova O., Chernorizov A., Leonov S. Testing the Vestibular Function Development in Junior Figure Skaters Using the Eye Tracking Technique // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2014. – Vol. 146. – P. 252–258. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.08.123.
561. Merians A. S., Jack D., Boian R., Tremaine M., Burdea G. C., Adamovich S. V., Recce M., Poizner H. Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke // Physical Therapy. 2002. Vol. 82, № 9. P. 898–915.
562. Mestre D. R., Ewald M., Maiano C. Virtual reality and exercise: behavioral and psychological effects of visual feedback // Studies in Health Technology and Informatics. 2011. Vol. 167. P. 122–127. DOI: 10.3233/978-1-60750-766-6-122.
563. Meyers M. C., LeUnes A., Elledge J. R., Tolson H., Sterling J. C. Injury incidence and psychological mood state patterns in collegiate rodeo athletes //Journal of sport behaviour. 1992. Vol. 15. P. 297-297.
564. Michalsik L. B., Aagaard P., Madsen K. Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players // International Journal of Sports Medicine. 2012. Vol. 34. P. 590–599. DOI: 10.1055/s-0032-1329989.
565. Michalsik L. B., Madsen K., Aagaard P. Physiological capacity and physical testing in male elite team handball // The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2015. Vol. 55, № 5. P. 415–429.
566. Michalska J., Zając R., Szydło K., Gerasimuk D., Słomka K. J., Juras G. Biathletes present repeating patterns of postural control to maintain their balance while shooting // PLOS ONE. 2022. Vol. 17, № 5. P. e0267105. DOI: 10.1371/journal.pone.0267105.
567. Michalski S. C., Szpak A., Loetscher T. Using Virtual Environments to Improve Real-World Motor Skills in Sports: A Systematic Review // Frontiers in Psychology. 2019. Vol. 10. Art. 2159. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.02159.
568. Michon J. A., Jackson J. L. Time, Mind, and Behavior. Berlin: Springer, 1985.
569. Mickevičienė D., Motiejūnaitė K., Skurvydas A., Darbutas T., Karanauskienė D. How do reaction time and movement speed depend on the complexity of the task? // Baltic Journal of Sport and Health Sciences. 2008. Vol. 2, № 69. DOI: 10.33607/bjshs.v2i69.504.
570. Mikhalev V., Mikhalev V., Koriagina J., Reutskaya E. Current problems of the physiology and biomechanics of biathlon // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. 2014. № 4 (110). P. 98–103. DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2014.04.110.p98-103.

571. Miles H. C., Pop S. R., Watt S. J., Lawrence G. P., John N. W. A review of virtual environments for training in ball sports // Computers & Graphics. 2012. Vol. 36, Issue 6. P. 714–726. DOI: 10.1016/j.cag.2012.04.007.
572. Miller K. J., Schalk G., Chesney J. D., Brunner P., Slutzky M. W., Vetter R. J., Krouwer S. G., Rao R. P. N., Ojemann J. G., Leuthardt E. C. Cortical activity during motor execution, motor imagery, and imagery-based online feedback // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2010. Vol. 107(9). P. 4430–4435.
573. Miyata K., Umemoto K., Higuchi T. An educational framework for creating VR application through groupwork // Computers & Graphics. 2010. Vol. 34, Issue 6. P. 811–819. DOI: 10.1016/j.cag.2010.08.007.
574. Molik B., Morgulec-Adamowicz N., Kosmol A., Yilla A. B., Filipkowska A., Lewandowski M., Pijanowska J., Słyk K., Zubala T., Flis S., Herink R. Game performance in ice sledge hockey: an exploratory examination into type of disability and anthropometric parameters // Clinical Journal of Sport Medicine. 2012. Vol. 22, № 1. P. 65–69. DOI: 10.1097/JSM.0b013e3182420677.
575. Montalbán M. A., Arrogante O. Rehabilitation through virtual reality therapy after a stroke: A literature review // Revista Científica de la Sociedad de Enfermería Neurológica (English ed.). 2020. Vol. 52. P. 19–27. DOI: 10.1016/j.sedeng.2020.01.001.
576. Moran A. P. Conceptual and methodological issues in the measurement of mental imagery skills in athletes // Journal of Sport Behavior. 1993. Vol. 16, № 1. P. 156–170.
577. Moreno F. J., Reina R., Luis V., Sabido R. Visual search strategies in experienced and inexperienced gymnastic coaches // Perceptual and Motor Skills. 2002. Vol. 95. P. 901–902. DOI: 10.2466/pms.2002.95.3.901.
578. Moritz S. E., Hall C. R., Martin K. A., Vadocz E. A. What are confident athletes imaging? Anexamination of image content // The Sport Psychologist. 1996. Vol. 10, № 2. P. 171–179.
579. Morriën F., Taylor M. J., Hettinga F. J. Biomechanics in Paralympics: implications for performance // International Journal of Sports Physiology and Performance. 2017. Vol. 12, № 5. P. 578–589. DOI: 10.1123/ijspp.2016-0199.
580. Morris P. E., Hampson P. J. Imagery and Consciousness // London: Academic Press, 1983.
581. Morris T., Spittle M. A Default Hypothesis of the Development of Internal and External Imagery Perspectives // Journal of Mental Imagery. 2012. Vol. 36, № 1–2. P. 1–30.
582. Morris T., Spittle M., Watt A. P. Imagery in Sport // Human Kinetics, 2005.
583. Mott M., Tang J., Kane S., Cutrell E., Ringel Morris M. “I just went into it assuming that I wouldn’t be able to have the full experience”: Understanding the accessibility of virtual reality for people with limited mobility // Proceedings of the 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility. 2020. P. 1–13.
584. Müller S., Abernethy B., Farrow D. How do world-class cricket batsmen anticipate a bowler's intention? // The Quarterly Journal of Experimental Psychology. 2006. Vol. 59, № 12. P. 2162–2186.
585. Müller S., Abernethy B., Reece J., Rose M., Eid M., McBean R., Hart T., Abreu C. An in-situ examination of the timing of information pick-up for interception by cricket batsmen of different skill levels // Psychology of Sport and Exercise. 2009. Vol. 10, № 6. P. 644–652.
586. Munroe K. J., Giacobbi P. Jr., Hall C. R., Weinberg R. S. The four W’s of imagery use: where, when, why, and what // The Sport Psychologist. 2000. Vol. 14, № 2. P. 119–137.
587. Munzert J., Hackfort D. Individual preconditions for mental training // International Journal of Sport Psychology. 1999. Vol. 30, № 1. P. 41–62.
588. Munzert J., Lorey B., Zentgraf K. Cognitive motor processes: The role of motor imagery in the study of motor representations // Brain Research Reviews. 2009. № 60. P. 306–326.
589. Murphy S. M., Jowdy D. P. Imagery and Mental Practice // In: T. S. Horn (Ed.), Advances in Sport Psychology. Champaign, IL: Human Kinetics, 1992. P. 221–250.

590. Murphy S. M., Martin K. A. The Use of Imagery in Sport // In: T. S. Horn (Ed.), Advances in Sport Psychology (2nd ed.) Champaign, IL: Human Kinetics, 2002. P. 405–439.
591. Murray E. G., Neumann D. L., Moffitt R. L., Thomas P. R. The effects of the presence of others during a rowing exercise in a virtual reality environment // Psychology of Sport and Exercise. 2016. Vol. 22. P. 328–336. DOI: 10.1016/j.psychsport.2015.09.007.
592. Muthukumaraswamy S. D., Singh K. D. Modulation of the human mirror neuron system during cognitive activity // Psychophysiology. 2008. Vol. 45, № 6. P. 896–905.
593. Narasimha S., Dixon E., Bertrand J. W., Madathil K. C. An empirical study to investigate the efficacy of collaborative immersive virtual reality systems for designing information architecture of software systems // Applied Ergonomics. 2019. Vol. 80. P. 175–186.
594. Nattkemper D., Ziessler M. Cognitive control of action: The role of action effects // Psychological Research. 2004. Vol. 68, № 2. P. 71–73.
595. Nauta W. J. Neural associations of the frontal cortex // Acta Neurobiologiae Experimentalis. 1972. Vol. 32, № 2. P. 125–140.
596. Negrillo-Cárdenas J., Jiménez-Pérez J. R., Feito F. R. The role of virtual and augmented reality in orthopedic trauma surgery: From diagnosis to rehabilitation // Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2020. Vol. 191. Art. 105407. DOI: 10.1016/j.cmpb.2020.105407.
597. Neuman D. L., Moffitt R. L., Thomas P. R., Loveday K., Watling D. P., Lombard C. L., Antonova S., Tremeer M. A. A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport // Virtual Reality. 2018. Vol. 22. P. 183–198. DOI: 10.1007/s10055-017-0320-5.
598. Neumann D. L., Moffitt R. L., Thomas P. R., Loveday K., Watling D. P., Lombard C. L. et al. A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport // Virtual Reality. 2018. Vol. 22, № 3. P. 183–198.
599. Newell K. M. Motor skill acquisition //Annual review of psychology. – 1991. – Vol. 42, №. 1. – C. 213-237.
600. Nezam S. E., IsaZadeh H., Hojjati A., Bozorg Zadeh Z. Comparison ability of movement imagery perspectives in elite, sub-elite, and non-elite athletes // International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 2014. Vol. 8, № 6. P. 712–716.
601. Nico D., Daprati E., Rigal F., Parsons L., Sirigu A. Left and right hand recognition in upper limb amputees // Brain. 2004. Vol. 127, № 1. P. 120–132.
602. Nideffer R. M. Psyched to Win / R. M. Nideffer. Champaign, IL: Leisure Press, 1992.
603. Nideffer R. M. Use of the Test of Attentional and Interpersonal Style (TAIS) in sport // The Sport Psychologist. 1990. Vol. 4, № 3. P. 285-300.
604. Nieuwenhuys A., Pijpers J. R., Oudejans R. R. D., Bakker F. C. The influence of anxiety on visual attention in climbing // Journal of Sport & Exercise Psychology. 2008. Vol. 30, № 2. P. 171–185.
605. Niinimaa V., McAvoy T. Influence of exercise on body sway in the standing rifle shooting position // Canadian Journal of Applied Sport Sciences. Journal Canadien Des Sciences Appliquees Au Sport. 1983. Vol. 8, № 1. P. 30–33.
606. Nishiike S., Okazaki S., Watanabe H., Akizuki H., Imai T., Uno A. et al. The effect of visual-vestibulosomatosensory conflict induced by virtual reality on postural stability in humans // The Journal of Medical Investigation. 2013. Vol. 60, № 3–4. P. 236–239.
607. Nitsch, J. R. Die handlungstheoretische Perspektive: ein Rahmenkonzept für die sportpsychologische Forschung und Intervention // Zeitschrift für Sportpsychologie. 2004. Vol. 11, №. 1. C. 10–23.
608. Noel R. C. The Effect of Visuo-Motor Behavior Rehearsal on Tennis Performance // Journal of Sport Psychology. 1980. Vol. 2. P. 221–226.
609. Nunes M., Nedel L., Roesler V. Motivating people to perform better in exergames: Competition in virtual environments // Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing. New York: ACM, 2014. P. 970–975. doi:10.1145/2554850.2555009.

610. Nuño A., Chirosa I. J., van den Tillaar R., Guisado R., Martín I., Martínez I., Chirosa L. J. Effects of fatigue on throwing performance in experienced team handball players // Journal of Human Kinetics. 2016. Vol. 54, № 1. P. 103–113. DOI: 10.1515/hukin-2016-0039.
611. Oddsson L. I. E., Karlsson R., Konrad J., Ince S., Williams S. R., Zemkova E. A rehabilitation tool for functional balance using altered gravity and virtual reality // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2007. Vol. 4, № 25. P. 1–7. DOI: 10.1186/1743-0003-4-25.
612. Olsson C. J., Jonsson B., Nyberg L. Internal imagery training in active high jumpers //Scandinavian journal of psychology. 2008. Vol. 49., №. 2. P. 133-140.
613. Onestak D. M. The effect of Visuo-Motor Behavior Rehearsal (VMBR) and Videotaped Modeling (VM) on the free-throw performance of intercollegiate athletes // Journal of Sport Behavior. 1997. Vol. 20, № 2. P. 185–198.
614. Orlick T., Partington J. T. The Sport Psychology Consultant: Analysis of Critical Components as Viewed by Canadian Olympic Athletes // The Sport Psychologist. 1987. № 1. P. 4–17.
615. Ozkul C., Guclu-Gunduz A., Yazici G., Guzel N.A., Irkec C. Effect of immersive virtual reality on balance, mobility, and fatigue in patients with multiple sclerosis: A single-blinded randomized controlled trial // European Journal of Integrative Medicine. 2020. Vol. 35. Article 101092. DOI: 10.1016/j.eujim.2020.101092.
616. Pacek P., Kamiński M. A., Merecz D. Psychological aspects of armed conflicts / P. Pacek, M. A. Kamiński, D. Merecz. Warsaw: Wydawnictwo Towarzystwa Wiedzy Obronnej, 2020.
617. Pagés R., Amplianitis K., Monaghan D., Ondřej J., Smolić A. Affordable content creation for free-viewpoint video and VR/AR applications // Journal of Visual Communication and Image Representation. 2018. Vol. 53. P. 192–201.
618. Pain M. A., Harwood C., Anderson R. Pre-competition imagery and music: The impact on flow and performance in competitive soccer // The Sport Psychologist. 2011. Vol. 25, № 2. P. 212–232.
619. Paivio A. Cognitive and motivational functions of imagery in human performance // Canadian Journal of Applied Sport Sciences. 1985. Vol. 10, № 4. P. 22–28.
620. Palermo L., Di Vita A., Piccardi L., Traballesi M., Guariglia C. Bottom-up and top-down processes in body representation: a study of brain-damaged and amputee patients // Neuropsychology. 2014. Vol. 28, № 5. P. 772–781.
621. Papaxanthis C., et al. Imagined and actual arm movements have similar durations when performed under different conditions of direction and mass // Experimental Brain Research. 2002. Vol. 143(4). P. 447–452.
622. ParalympicsGB. Wheelchair rugby / ParalympicsGB. 2017. URL: https://www.paralympics.org.uk/sports/wheelchair-rugby (дата обращения: 07.10.2018).
623. Park S. W. Motor learning by novel therapeutic approaches: virtual reality androbotics // Brain & Neurorehabilitation. 2010. Vol. 3, № 2. P. 77–85. DOI:10.12786/bn.2010.3.2.77.
624. Park S., Lee G. Full-immersion virtual reality: Adverse effects related to static balance // Neuroscience Letters. 2020. Vol. 733. Article 134974.
625. Parnabas V., Parnabas J., Parnabas A. M. The influence of mental imagery techniques on sport performance among taekwondo athletes // European Academic Research. 2015. Vol. 11, № 11. P. 14729–14734.
626. Parsons L. M. Temporal and kinematic properties of motor behavior reflected in mentally simulated action // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1994. Vol. 20(4). P. 709–730.
627. Patatoukas D., Farmakides A., Aggeli V., Fotaki S., Tsibidakis H., Mavrogenis A. F., Papathanasiou J. V., Papagelopoulos P. J. Disability-related injuries in athletes with disabilities // Folia Medica. 2011. Vol. 53, № 1. P. 40–46. DOI: 10.2478/v10153-010-0026-x.

628. Paull G., Glencross D. Expert perception and decision making in baseball // International Journal of Sport Psychology. 1997. Vol. 28, № 1. P. 35–56.
629. Pearsall D. J., Montgomery D. L., Rothsching N., Turcotte R. A. The influence of stick stiffness on the performance of ice hockey slap shots // Sports Engineering. 1999. Vol. 2. P. 3–11. DOI: 10.1046/j.1460-2687.1999.00018.x.
630. Perry C., Morris T. Mental imagery in sport //Sport psychology: Theory, applications and issues. 1995. P. 339-385.
631. Petri K., Bandow N., Witte K. Using Several Types of Virtual Characters in Sports a Literature Survey // International Journal of Computer Science in Sport. 2018. Vol. 17, № 1. P. 1–48. DOI: 10.2478/ijcss-2018-0001.
632. Petri K., Emmermacher P., Danneberg M., Masik S., Eckardt F., Weichelt S., Witte K. Training using virtual reality improves response behavior in karate kumite // Sports Engineering. 2019. Vol. 22, № 1. P. 2. DOI: 10.1007/s12283-019-0299-0.
633. Piccione J., Collett J., De Foe A. Virtual skills training: the role of presence and agency // Heliyon. 2019. Vol. 5, Issue 11. Article e02583. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02583.
634. Piras A. Visual scanning in sports actions: comparison between soccer goalkeepers and judo fighters. URL: http://amsdottorato.cib.unibo.it/3064/1/Piras_Alessandro_tesi.pdf (дата обращения: 05.09.2017).
635. Piras A., Vickers J. N. The effect of fixation transitions on quiet eye duration and performance in the soccer penalty kick: Instep versus inside kicks // Cognitive Processing. 2011. Vol. 12, № 3. P. 245–255.
636. Plante T. G., Aldridge A., Bogden R., Hanelin C. Might virtual reality promote the mood benefits of exercise? // Computers in Human Behavior. 2003. Vol. 19. P. 495–509. DOI: 10.1016/S0747-5632(02)00074-2.
637. Połap D., Kęsik K., Winnicka A., Woźniak M. Strengthening the perception of the virtual worlds in a virtual reality environment // ISA Transactions. 2020. Vol. 102. P. 397–406.
638. Polikanova I. S., Ksenzov M. Yu., Melikov R. T. Space perception in virtual realityin individuals after lower limb amputation // Lomonosov Psychology Journal. 2025. Vol. 48, № 4. P. 158–197. DOI: 10.11621/LPJ-25-45.
639. Polikanova I. S., Leonov S. V. Investigation of EEG parameters in virtual realitypuck shooting task in hockey players and freestyle wrestlers // Lomonosov Psychology Journal. 2024. Vol. 47, № 3. P. 249–280. DOI:10.11621/LPJ-24-52.
640. Polikanova I. S., Leonov S. V., Yakushina A. A., Bugriy G. S., Kruchinina A. P.,Chertopolokhov V. A., Lyutsko L. N. Development of VR-PACE Virtual Reality Technology for Diagnosing and Training the Skill Level of Hockey Players // Bulletin of Moscow University. Episode 14. Psychology. 2022. № 1. P. 269–297. DOI:10.11621/vsp.2022.01.12.
641. Polikanova I., Gasanov A., Leonov S. Use of Virtual Reality Technology for Training Standing Shooting, Postural Balance, and Rifle Stability in Biathlon: A Pilot Study // Psychology. Journal of Higher School of Economics. 2025. Vol. 22, № 3. P. 434–448. DOI:10.17323/1813-8918-2025-3-434-448.
642. Polikanova I., Leonov S., Isaev A. V., Liutsko L. Individual Features in the Typology of the Nervous System and the Brain Activity Dynamics of Freestyle Wrestlers Exposed to a Strong Physical Activity (A Pilot Study) // Behavioral Sciences. 2020. Vol. 10, № 4. P. 79. DOI: 10.3390/bs10040079.
643. Polikanova I., Leonov S., Isaev A., Liutsko L. Individual Features in the Typology of the Nervous System and the Brain Activity Dynamics of Freestyle Wrestlers Exposed to a Strong Physical Activity (A Pilot Study) // Behavioral Sciences. – 2020. – Vol. 10. – No. 4. – P. 79.
644. Polikanova I., Yakushina A., Leonov S., Kruchinina A., Chertopolokhov V., Liutsko L. What Differences Exist in Professional Ice Hockey Performance Using Virtual Reality (VR) Technology Between Professional Hockey Players and Freestyle Wrestlers? (A Pilot Study) // Sports. – 2022. – Vol. 10. – No. 8. – P. 116.

645. Polikanova I., Yakushina A., Leonov S., Kruchinina A., Chertopolokhov V.,Liutsko L. What differences exist in professional ice hockey performance using virtual reality (VR) technology between professional hockey players and freestyle wrestlers? (A pilot study) // Sports. 2022. Vol. 10, № 8. P. 116. DOI: 10.3390/sports10080116.
646. Polikanova I.S., Gasanov A.A., Leonov S.V. Use of Virtual Reality Technology for Training Standing Shooting, Postural Balance, and Rifle Stability in Biathlon: A Pilot Study // Psychology. Journal of the Higher School of Economics. – 2025. – Vol. 22. – No 3. – C. 434–448.
647. Polikanova I.S., Sabaev D., Bulaeva N.I., Panfilova E.A., Leonov S.V., Bugriy G.S., Bespalov B.I., Kruchinina A.P. Analysis of Eye and Head Tracking Movements During a Puck-Hitting Task in Ice Hockey Players, Compared to Wrestlers and Controls // Psychology in Russia: State of the Art. – 2024. – Vol. 17. – No. 3. – C. 64–81.
648. Pompeu J. E., dos Santos Mendes F. A., da Silva K. G., Lobo A. M., de Paula Oliveira T., Zomignani A. P., Piemonte M. E. P. Effect of Nintendo Wii™-based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson's disease: a randomised clinical trial // Physiotherapy. 2012. Vol. 98, № 3. P. 196–204.
649. Poolton J. M., Masters R. S. W., Maxwell J. P. The influence of analogy learning on decision-making in table tennis: Evidence from behavioural data //Psychology of sport and exercise. – 2006. – Т. 7. – №. 6. – С. 677-688.
650. Poolton J. M., Maxwell J. P., Masters R. S. W., Raab M. Benefits of an external focus of attention: Common coding or conscious processing? // Journal of Sports Sciences. 2006. Vol. 24, № 1. P. 89–99.
651. Poppel E. Mindworks: Time and Conscious Experience / E. Poppel; translated into English by T. Artin. Boston: Harcourt Brace Jovanovich, 1988. 211 p.
652. Pöppel E., Artin T. T. Mindworks: Time and conscious experience. Harcourt Brace Jovanovich, 1988. 211 p.
653. Póvoas S. C. A., Seabra A. F. T., Ascensão A., Magalhães J., Soares J. M. C., Rebelo A. N. C. Physical and physiological demands of elite team handball // Journal of Strength and Conditioning Research. 2012. Vol. 26, № 12. P. 3365–3375. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318248aeee.
654. Pressman S. D., Matthews K. A., Cohen S., Martire L. M., Scheier M., Baum A., Schulz R. Association of enjoyable leisure activities with psychological and physical well-being // Psychosomatic Medicine. 2009. Vol. 71, № 7. P. 725–732. DOI: 10.1097/PSY.0b013e3181ad7978.
655. Pribram K. H. A Century of Progress? // Neuroscience of the Mind: On the Centennial of Thoughts on the Meaning of Brain Electrical Activity / R. M. Bilder, F. F. LeFever (eds.). New York: New York Academy of Sciences, 1998.
656. Principe C. P., Langlois J. H. Children and adults use attractiveness as a social cue in real people and avatars // Journal of Experimental Child Psychology. 2013. Vol. 115, Issue 3. P. 590–597. DOI: 10.1016/j.jecp.2012.12.002.
657. Puel F., Morlier J., Avalos M., Mesnard M., Hellard P. 3D kinematic and dynamic analysis of the front crawl tumble turn in elite male swimmers // Journal of Biomechanics. 2012. Vol. 45, Issue 3. P. 510–515. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2011.11.043.
658. Pueo B., Tortosa-Martínez J., Chirosa-Rios L. J., Manchado C. On-court throwing activity of male handball players during the European Championship 2020 // Biology of Sport. 2023. Vol. 40, № 2. P. 531–541. DOI: 10.5114/biolsport.2023.116451.
659. Radianti J., Majchrzak T. A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda // Computers & Education. 2020. Vol. 147. Article 103778.
660. Ratan R., Sah Y. J. Leveling up on stereotype threat: The role of avatar customization and avatar embodiment // Computers in Human Behavior. 2015. Vol. 50. P. 367–374. DOI: 10.1016/j.chb.2015.04.010.

661. Raven J. The Raven progressive matrices tests: their theoretical basis and measurement model // Uses and abuses of Intelligence. Studies advancing Spearman and Raven's quest for non-arbitrary metrics. 2008. P. 17–68.
662. Ravizza K. Peak experiences in sport // Journal of Humanistic Psychology. 1977. № 17. P. 35–40.
663. Recio A. C., Becker D., Morgan M., Saunders N. R., Schramm L. P., McDonald J. W. III. Use of a virtual reality physical ride-on sailing simulator as a rehabilitation tool for recreational sports and community reintegration: a pilot study // American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2013. Vol. 92, № 12. P. 1104–1109.
664. Recours R., Briki W. The effect of red and blue uniforms on competitive anxiety and self-confidence in virtual sports contests // European Review of Applied Psychology. 2015. Vol. 65, Issue 2. P. 67–69. DOI: 10.1016/j.erap.2015.02.004.
665. Reed C. L. Chronometric comparisons of imagery to action: Visualizing versus physically performing springboard dives //Memory & Cognition. 2002. Vol. 30., №. 8. P. 1169-1178.
666. Richardson A. Individual Differences in Imaging: Their Measurement, Origins, and Consequences // Routledge. 1994. 224 p.
667. Richardson A. Mental Imagery / A. Richardson. London: Routledge & Kegan Paul, 1969. 180 p.
668. Ridderinkhof K. R., Brass M. How kinesthetic motor imagery works: a predictive-processing theory of visualization in sports and motor expertise // Journal of Physiology-Paris. – 2015. Vol. 109, №. 1-3. P. 53-63.
669. Riemann T., Kreß A., Roth L., Klipfel S., Grell P. Agile Implementation of Virtual Reality in Learning Factories // Procedia Manufacturing. 2020. Vol. 45. P. 1–6.
670. Rizzolatti G., Fogassi L., Gallese V. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action // Nature Reviews Neuroscience. 2001. Vol. 2. P. 661–670.
671. Robin N., Dominique L., Toussaint L., Blandin Y., Guillot A., Le Her M. Effects of Motor Imagery Training on Service Return Accuracy in Tennis: The Role of Imagery Ability // International Journal of Sport and Exercise Psychology. 2007. Vol. 5, № 2. P. 175–188.
672. Roca A., Ford P. R., McRobert A. P., Williams A. M. Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task // Cognitive Processing. 2011. Vol. 12, № 3. P. 301–310.
673. Rodgers W. M., Hall C. R., Buckolz E. The Effect of an Imagery Training Program on Imagery Ability, Imagery Use, and Figure Skating Performance : unpublished manuscript / W. M. Rodgers, C. R. Hall, E. Buckolz. London, Ontario: University of Western Ontario, 1988.
674. Roland P. E., Eriksson L., Stone-Elander S., Widen L. Does mental activitychange the oxidative metabolism of the brain? // The Journal of Neuroscience. 1987. Vol. 7, № 8. P. 2373–2389.
675. Roland P. E., Friberg L. Localization of Cortical Areas Activated by Thinking // Journal of Neurophysiology. 1985. Vol. 53, № 5. P. 1219–1243.
676. Roland P. E., Larsen B., Lassen N. A., Skinhøj E. Supplementary motor area and other cortical areas in organization of voluntary movements in man // Journal of Neurophysiology. 1980. Vol. 43(1). P. 118–136.
677. Romano S., Capece N., Erra U., Scanniello G., Lanza M. On the use of virtual reality in software visualization: The case of the city metaphor // Information and Software Technology. 2019. Vol. 114. P. 92–106.
678. Romeas T., Guldner A., Faubert J. 3D-Multiple Object Tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players // Psychology of Sport and Exercise. 2016. Vol. 22. P. 1–9.

679. Rønnestad B. R., Hansen J., Thyli V., Bakken T. A., Sandbakk Ø. 5-week block periodization increases aerobic power in elite cross-country skiers // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2016. Vol. 26, № 2. P. 140–146. DOI: 10.1111/sms.12418.
680. Rotella R. J., Gansneder B., Ojala D., Billing J. E. Cognitions and Coping Strategies of Elite Skiers: An Exploratory Study of Young Developing Athletes // Journal of Sport Psychology. 1980. Vol. 2, № 4. P. 350–354.
681. Roure R., Collet C., Deschaumes-Molinaro C., Delhomme G., Dittmar A., Vernet-Maury E. Imagery quality estimated by autonomic response is correlated to sporting performance enhancement // Physiology & behavior. 1999. Vol. 66., №. 1. P. 63-72.
682. Rozand V., Lebon F., Papaxanthis C., Lepers R. Effect of mental fatigue on speed–accuracy trade-off // Neuroscience. 2015. Vol. 297. P. 219–230. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2015.03.066.
683. Ruiz M. C., Hanin Y. L. Metaphoric description and individualized emotion profiling of performance states in top karate athletes // Journal of Applied Sport Psychology. 2004. Vol. 16, № 3. P. 258–273.
684. Ryan E. D., Simons J. P. Efficacy of mental imagery in enhancing mental rehearsal of motor skills // The Journal of Sport Psychology. 1982. Vol. 4. P. 41–51.
685. Sackett R. S. The Influence of Symbolic Rehearsal upon the Retention of a Maze Habit // Journal of General Psychology. 1934. Vol. 10. P. 376–398. DOI: 10.1080/00221309.1934.9917742.
686. Sadowska D., Krzepota J., Klusiewicz A. Postural balance and rifle stability in a standing shooting position after specific physical effort in biathletes // Journal of Sports Sciences. 2019. Vol. 37, № 16. P. 1892–1898.
687. Sadowska D., Sacewicz T., Lichota M., Krzepota J. Postural balance during quiet stance and standing shooting position in biathletes // Acta Kinesiologica. 2020. Vol. 14, № 2. P. 79.
688. Sadowska D., Sacewicz T., Lichota M., Krzepota J., Ładyga M. Static Postural Balance in Modern Pentathletes: A Pilot Study // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019. Vol. 16, № 10. P. 1760. DOI: 10.3390/ijerph16101760.
689. Sahin G., Basak T. The Effects of Intraoperative Progressive Muscle Relaxation and Virtual Reality Application on Anxiety, Vital Signs, and Satisfaction: A Randomized Controlled Trial // Journal of PeriAnesthesia Nursing. 2020. Vol. 35, № 3. P. 269–276.
690. Salmon J., Hall C., Haslam I. The use of imagery by soccer players //Journal of Applied Sport Psychology. 1994. Vol. 6., №. 1. P. 116-133.
691. Samosorn A. B., Gilbert G. E., Bauman E. B., Khine J., McGonigle D. Teaching airway insertion skills to nursing faculty and students using virtual reality: A pilot study // Clinical Simulation in Nursing. 2020. Vol. 39. P. 18–26.
692. Sanchez X., Boschker M. S. J., Llewellyn D. J. Pre-performance psychological states and performance in an elite climbing competition // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2010. Vol. 20, № 2. P. 356–363.
693. Sandbakk Ø., Sandbakk S. B., Ettema G., Welde B. Effects of Intensity and Duration in Aerobic High-Intensity Interval Training in Highly Trained Junior Cross-Country Skiers // Journal of Strength and Conditioning Research. 2013. Vol. 27, № 7. P. 1974–1980. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182752f08.
694. Sandbakk Ø., Welde B., Holmberg H.-C. Endurance Training and Sprint Performance in Elite Junior Cross-Country Skiers // Journal of Strength and Conditioning Research. 2011. Vol. 25, № 5. P. 1299–1305. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181d82d11.
695. Sattlecker G., Buchecker M., Müller E., Lindinger S. J. Postural Balance and Rifle Stability during Standing Shooting on an Indoor Gun Range without Physical Stress in Different Groups of Biathletes // International Journal of Sports Science & Coaching. 2014. Vol. 9, № 1. P. 171–184. DOI: 10.1260/1747-9541.9.1.171.

696. Savelberg H. H. C. M., Adam J. J., Verhaegh R. H. J., Helsen W. F. Electromyographic pattern in fast goal-directed arm movements // Journal of Human Movement Studies. 2002. Vol. 43, № 2. P. 121–133.
697. Savelsbergh G. J., Williams A. M., Kamp J. v. d., Ward P. Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers // Journal of Sports Sciences. 2002. Vol. 20, № 3. P. 279–287.
698. Schack T. Die kognitive Architektur menschlicher Bewegungen innovative Zugänge für Psychologie, Sportwissenschaft und Robotik // Sportforum / Hrsg. T. Schack. Aachen: Meyer und Meyer, 2010. (Reihe Sportforum).
699. Schack T. The cognitive architecture of complex movement // International Journal of Sport and Exercise Psychology. 2004. Vol. 2, Special Issue Part II: The Construction of Action New Perspectives in Movement Science. P. 403–438. DOI: 10.1080/1612197x.2004.9671753.
700. Schack T., Detje F. Bericht von der fünften Tagung der Deutschen Gesellschaft für Kognitionswissenschaft (KogWis 2001) – Cognitive Systems and Mechanisms // Psychologie und Sport: Zeitschrift für Sportpsychologie. 2002. Vol. 9, № 1. P. 44–46.
701. Schilder P. The image and appearance of the human body / P. Schilder. London: Routledge and Kegan Paul, 1935. 394 p.
702. Schleicher A. PIAAC: A new strategy for assessing adult competencies // International Review of Education. 2008. Vol. 54, № 5. P. 627–650.
703. Schmidt, R. A., Lee, T. D. Motor learning and performance: From principles to application / R. A. Schmidt, T. D. Lee. Human Kinetics, 2025.
704. Schmidt, R. A., Wrisberg, C. A. Motor learning and performance: A situation-based learning approach / R. A. Schmidt, C. A. Wrisberg. Human Kinetics, 2008.
705. Schneider S., Bengler K. «Virtually the same? Analysing pedestrian behaviour by means of virtual reality» // Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. 2020. Vol. 68. P. 231–256.
706. Schorer J., Rienhoff R., Fischer L., Baker J. Foveal and peripheral fields of vision influence perceptual skill in anticipating opponents' attacking position in volleyball // Applied Psychophysiology and Biofeedback. 2013. Vol. 38, № 3. P. 185–192.
707. Schupak A. «Simulated Golf, Real Results: Off-Course Participation Helps Drive Engagement» // National Golf Foundation. 2018. URL: https://www.thengfq.com/2018/01/simulated%E2%80%91golf%E2%80%91real%E2%80%91results%E2%80%91offcourse%E2%80%91participation%E2%80%91helps%E2%80%91drive%E2%80%91engagement/ (дата обращения: 15.07.2018).
708. Schwab S., Memmert D. The impact of a sports vision training program in youth field hockey players // Journal of Sports Science and Medicine. 2012. Vol. 11, № 4. P. 624–631.
709. Schwartz A., Hamera M. Protocol for observing and assessing the effectiveness of goalkeeper actions in football // Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports. 2010. № 4. P. 161–166.
710. Seiler S. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? // International journal of sports physiology and performance. 2010. Vol. 5, №. 3. C. 276–291.
711. Sense Arena [Электронный ресурс]. URL: https://www.sensearena.com/ (дата обращения: 12.08.2025).
712. SenseArena : High-End Technology VR State of the Art Technology Hockey Training in Virtual Reality : [Электронный ресурс]. URL: https://www.sensearena.com/high-end-technology-vr-state-of-the-art-technology-hockey-training-in-virtual-reality (дата обращения: 12.08.2025)
713. Sharma N., Baron J. C. Does motor imagery share neural networks with executed movement: a multivariate fMRI analysis // Frontiers in Human Neuroscience. 2013. Vol. 7, № 564. P. 152–140.

714. Sheehan P., Ashton R., White K. Assessment of mental imagery // In: Imagery: Current theory, research, and application / ed. A. Sheikh. New York: Wiley, 1983. 195 p.
715. Shei R. J. «Competitive influences of running applications on training habits» // The Physician and Sportsmedicine. 2018. Vol. 46 (4). P. 414–415.
716. Shepard R. N. The Mental Image // American Psychologist. 1978. Vol. 33, № 2. P. 125–137.
717. Sherman W. R., Craig A. B. Understanding virtual reality: interface, application, and design. San Francisco: Elsevier, 2002.
718. Shi Y., Peng Q. A VR-based user interface for the upper limb rehabilitation // Procedia CIRP. 2018. Vol. 78. P. 115–120. DOI: 10.1016/j.procir.2018.08.311.
719. Shin Y. K., Proctor R. W., Capaldi E. J. A review of contemporary ideomotor theory // Psychological Bulletin. 2010. Vol. 136, № 6. P. 943.
720. Short S. E., Bruggeman J. P., Engel S. A., Marback T. R., Wang L., Willadsen A. K., Short M. W. The effect of imagery function and imagery direction on self-efficacy and performance on a golf-putting task // The Sport Psychologist. 2002. Vol. 16. P. 48–67.
721. Silva J. M. Psychological aspects in the training and performance of team handball athletes // The Sport Psychologist's Handbook: A Guide for Sport-Specific Performance Enhancement. 2006. P. 211–243. DOI: 10.1002/9780470713174.ch10.
722. Simons J. Doing Imagery in the Field // In: Doing Sport Psychology / ed. M. Andersen. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000. P. 77–92.
723. Sirigu A., Cohen L., Duhamel J. R., Pillon B., Dubois B., Agid Y., Pierrot-Deseilligny C. Congruent unilateral impairments for real and imagined hand movements // Neuroreport. 1995. Vol. 6(7). P. 997–1001.
724. Skattebo Ø., Losnegard T. Variability, Predictability, and Race Factors Affecting Performance in Elite Biathlon // International Journal of Sports Physiology and Performance. 2018. Vol. 13, № 3. P. 313–319. DOI: 10.1123/ijspp.2017-0090.
725. Slater M. Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2009. Vol. 364, № 1535. P. 3549–3557. DOI:10.1098/rstb.2009.0138.
726. Slobounov S. M., Teel E., Newell K. M. Modulation of cortical activity in response to visually induced postural perturbation: combined VR and EEG study // Neuroscience Letters. 2013. Vol. 547. P. 6–9. DOI: 10.1016/j.neulet.2013.05.001.
727. Smit M., Dijkerman H. C., Kurstjens V., de Haan A. M., van der Ham I. J. M., van der Smagt M. J. Changes in perceived peripersonal space following the rubber hand illusion // Scientific Reports. 2023. Vol. 13, № 1. P. 7713.
728. Smith D., Collins D., Holmes P. Impact and mechanism of mental practice effects on strength // International Journal of Sport and Exercise Psychology. 2003. Vol. 1, № 3. P. 293–306.
729. Smith S. P., Burd E. L. «Response activation and inhibition after exposure to virtual reality» // Array. 2019. Vol. 3–4. Article 100010.
730. Snyder A. L., Anderson-Hanley C., Arciero P. J. Virtual and live social facilitation while exergaming: competitiveness moderates exercise intensity // Journal of Sport and Exercise Psychology. 2012. Vol. 34, № 2. P. 252–259. DOI: 10.1123/jsep.34.2.252.
731. Soltani P., Figueiredo F., Fernandes R. J., Vilas-Boas J. P. Do player performance, real sport experience, and gender affect movement patterns during equivalent exergame? // Computers in Human Behavior. 2016. Vol. 63. P. 1–8.
732. Song H., Kim J., Lee K. M. Virtual vs. real body in exergames: Reducing social physique anxiety in exercise experiences // Computers in Human Behavior. 2014. Vol. 36. P. 282–285.
733. Song P., Xu S., Fong W. T., Chin C. L., Chua G. G., Huang Z. An Immersive VR System for Sports Education // IEICE Transactions on Information and Systems. 2012. Vol. E95.D, № 5. P. 1324–1331. DOI: 10.1587/transinf.E95.D.1324.

734. Spielberger C. D. Test Anxiety Inventory: Preliminary professional manual. Menlo Park: Consulting Psychologists Press, 1980.
735. Spinelli G., Tieri G., Pavone E. F., Aglioti S. M. Wronger than wrong: Graded mapping of the errors of an avatar in the performance monitoring system of the onlooker // NeuroImage. 2018. Vol. 167. P. 1–10. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2017.11.019.
736. Sport-Wiki : свободная спортивная энциклопедия : [сайт] / ред. А. Иванов. Хоккей с шайбой : раздел энциклопедии : [Электронный ресурс]. URL: http://ru.sport-wiki.org/vidy-sporta/hokkej-s-shajboj/ (дата обращения: 06.09.2025).
737. Standage D., Blohm G., Dorris M. C. On the neural implementation of the speed-accuracy trade-off // Frontiers in Neuroscience. 2014. Vol. 8, № 236. DOI: 10.3389/fnins.2014.00236.
738. Starkes J. L., Edwards P., Dissanayake P., Dunn T. A new technology and field test of advance cue usage in volleyball // Research Quarterly for Exercise and Sport. 1995. Vol. 66, № 2. P. 162–167.
739. Stetson C., Fiesta M. P., Eagleman D. M. Does time really slow down during a frightening event? // PLoS ONE. 2007. Vol. 2, № 12. e1295. DOI: 10.1371/journal.pone.0001295.
740. Stevens J. A. Interference effects demonstrate distinct roles for visual and motor imagery during the mental representation of human action // Cognition. 2005. Vol. 95(3). P. 329–350.
741. Stewart D., Mete M., Groninger H. Virtual reality for pain management in patients with heart failure: Study rationale and design // Contemporary Clinical Trials Communications. 2019. Vol. 16. P. 100470.
742. Stippich C., Ochmann H., Sartor K. Somatotopic mapping of the human primary sensorimotor cortex during motor imagery and motor execution by functional magnetic resonance imaging // Neuroscience Letters. 2002. № 331. P. 50–54.
743. Stone K. D., Kornblad C. A., Engel M. M., Dijkerman H. C., Blom R. M., Keizer A. Lower limb peripersonal space and the desire to amputate a leg // Psychological Research. 2021. Vol. 85, № 3. P. 1221–1233.
744. Suinn R. M. Imagery // In: Handbook of research on sport psychology / ed. R. N. Singer, M. Murphey, L. K. Tennant. New York: Macmillan, 1993. 499 p.
745. Suinn R. M. Imagery in sports // In: Imagery: current theory, research, and application /ed. A. A. Sheikh. New York: Wiley, 1983. P. 507–534.
746. Tahmosybayat R., Baker K., Godfrey A., Caplan N., Barry G. Movements of older adults during exergaming interventions that are associated with the systems framework for postural control: a systematic review // Maturitas. 2018. Vol. 111. P. 90–99.
747. Taylor J., Taylor S. Psychological approaches to sports injury rehabilitation // Gaithersburg, MD: Aspen, 1997. 332 p.
748. Taylor J., Wilson G. Applying Sport Psychology: Four Perspectives / J. Taylor, G. Wilson. Champaign, IL : Human Kinetics, 2005. 320 p.
749. Tegelman R., Åberg T., Eklöf R., Pousette Ä., Berglund L. Influence of a diet regimen on glucose homeostasis and serum lipid levels in male elite athletes // Metabolism. 1996. Vol. 45, Issue 4. P. 435–441. DOI: 10.1016/S0026-0495(96)90216-4.
750. Tellegen A., Ben-Porath Y. S., McNulty J. L., Arbisi P. A., Graham J. R., Kaemmer B. The MMPI-2 Restructured Clinical (RC) Scales: Development, Validation, and Interpretation // Minneapolis: University of Minnesota Press, 2008.
751. Thielbar K., Spencer N., Tsoupikova D., Ghassemi M., Kamper D. Utilizing multi-user virtual reality to bring clinical therapy into stroke survivors' homes // Journal of Hand Therapy. 2020. Vol. 33, Issue 2. P. 246–253.
752. Thompson L., Badache M., Cale S., Behera L., Zhang N. Balance Performance as Observed by Center-of-Pressure Parameter Characteristics in Male Soccer Athletes and Non-Athletes // Sports. 2017. Vol. 5, № 4. P. 86. DOI: 10.3390/sports5040086.

753. Tikuisis P., Eyolfson D. A., Xu X., Giesbrecht G. G. Shivering endurance and fatigue during cold water immersion in humans // European Journal of Applied Physiology. 2002. Vol. 87, № 1. P. 50–58. DOI: 10.1007/s00421-002-0589-1.
754. Tikuisis P., Mclellan T. M., Selkirk G. Perceptual versus physiological heat strain during exercise-heat stress // Medicine & Science in Sports & Exercise. 2002. Vol. 34, № 9. P. 1454–1461. DOI: 10.1097/00005768-200209000-00009.
755. Timmis M. A., Turner K., Van Paridon K. N. Visual search strategies of soccer players executing a power vs. placement penalty kick // PLoS One. 2014. Vol. 9, № 12. P. e115179.
756. Todorov E., Shadmehr R., Bizzi E. Augmented feedback presented in a virtual environment accelerates learning of a difficult motor task // Journal of Motor Behavior. 1997. Vol. 29, № 2. P. 147–158.
757. Toering T. T., Elferink-Gemser M. T., Jordet G., Visscher C. Self-regulation and performance level of elite and non-elite youth soccer players // Journal of Sports Sciences. 2009. Vol. 27, № 14. P. 1509–1517.
758. Tomasino B., Weiss P. H., Fink G. R. Mental rotation in a patient with an implanted electrode grid in the motor cortex // Neuroreport. 2005. Vol. 16(16). P. 1795–1800.
759. Tomlinson S. B., Hendricks B. K., Cohen-Gadol A. A. Immersive three-dimensional modeling and virtual reality for enhanced visualization of operative neurosurgical anatomy // World Neurosurgery. 2019. Vol. 131. P. 313–320. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.06.081.
760. Topu F. B., Goktas Y. The effects of guided-unguided learning in 3D virtual environment on students' engagement and achievement // Computers in Human Behavior. 2019. Vol. 92. P. 1–10.
761. Tossavainen J. Työhön perehdytys asiantuntijaorganisaatiossa // Tampereen yliopisto. Kasvatustieteiden laitos. Pro gradu-tutkielma. 2006.
762. Tow S., Green S., Shapiro J., Fisher M., Scott-Wyard P. Pediatric Adaptive Athletes // Adaptive Sports Medicine: A Clinical Guide. Cham : Springer International Publishing, 2024. P. 435–470.
763. Triggs W. J., Subramanium B., Rossi F. Hand preference and transcranial magnetic stimulation asymmetry of cortical motor representation // Brain Research. 1999. Vol. 835, № 2. P. 324–329.
764. Triplett N. The Dynamogenic Factors in Pacemaking and Competition // The American Journal of Psychology. 1898. Vol. 9, № 4. P. 507–533.
765. Uhm J., Lee H., Han J. Creating sense of presence in a virtual reality experience: Impact on neurophysiological arousal and attitude towards a winter sport // Sport Management Review. 2020. Vol. 23, Issue 4. P. 588–600. DOI: 10.1016/j.smr.2019.10.003.
766. Umilta M. A., Kohler E., Gallese V., Fogassi L., Fadiga L., Keysers C., Rizzolatti G. I know what you are doing: A neurophysiological study // Neuron. 2001. Vol. 31, № 1. P. 155–165.
767. Unity [Электронный ресурс]. URL: https://unity.com/ (дата обращения: 10.12.2025).
768. Upgrade VR в Steam [Электронный ресурс]. URL: https://store.steampowered.com/app/1731880/Upgrade_VR/?l=russian (дата обращения: 10.12.2025).
769. Urrea C., Rodrigo Matteoda R. Development of a virtual reality simulator for a strategy forcoordinating cooperative manipulator robots using cloud computing // Robotics and Autonomous Systems. 2020. Vol. 126. P. 103447.
770. Vadocz E. A., Hall C. R., Moritz S. E. The relationship between competitive anxiety and imagery use // Journal of Applied Sport Psychology. 1997. Vol. 9, № 2. P. 241–253.
771. Vaeyens R., Lenoir M., Williams A. M., Philippaerts R. M. Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: an analysis of visual search behaviors // Journal of Motor Behavior. 2007. Vol. 39, № 5. P. 395–408.

772. van den Tillaar R., Ettema G. A comparison between novices and experts of the velocity-accuracy trade-off in overarm throwing // Perceptual and Motor Skills. 2006. Vol. 103, № 2. P. 503–514. DOI: 10.2466/pms.103.2.503-514.
773. van den Tillaar R., Ettema G. Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing // Perceptual and Motor Skills. 2003. Vol. 96, № 2. P. 423–434. DOI: 10.2466/pms.2003.96.2.423.
774. Vänttinen T., Blomqvist M., Luhtanen P., Häkkinen K. Effects of age and soccer expertise on general tests of perceptual and motor performance among adolescent soccer players // Perceptual and Motor Skills. 2010. Vol. 110, № 3. P. 675–692.
775. Vasalou A., Joinson A., Bänziger T., Goldie P., Pitt J. Avatars in social media: Balancing accuracy, playfulness and embodied messages // International Journal of Human-Computer Studies. 2008. Vol. 66, Issue 11. P. 801–811. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2008.08.002.
776. Vealey R. S. Conceptualization of sport-confidence and competitive orientation: Preliminary investigation and instrument development // Journal of Sport and Exercise Psychology. 1986. Vol. 8, № 3. P. 221-246.
777. Vealey R. S., Greenleaf C. A. Seeing is believing: Understanding and using imagery in sport // In: Applied sport psychology: Personal growth to peak performance, 4th ed., ed. J. M. Williams. Mountain View, CA: Mayfield, 2001. P. 247–288.
778. Vealey R. S., Greenleaf C. A. Seeing is believing: Understanding and using imagery in sport // In: Williams J. M. (Ed.). Applied sport psychology: Personal growth to peak performance. 5th ed. Mountain View, CA: Mayfield Publishing, 2006. P. 285–305.
779. Vealey R. S., Walter S. M. Imagery training for performance enhancement and personal development // In: Applied sport psychology: Personal growth to peak performance, 2nd ed., ed. J. M. Williams. Mountain View, CA: Mayfield, 1993. P. 200–224.
780. Velichkovsky B. B. The relationship between interference control and sense of presence in virtual environments // Psychology in Russia: State of the Art. 2017. Vol. 10, № 3. P. 165–176.
781. Veraksa A.N., Gorovaya A.E., Leonov S.V., Pashenko A.K., Fedorov V.V. The Possibility of Using Sign and Symbolic Tools in the Development of Motor Skills by Beginning Soccer Players // Psychology in Russia: State of the Art. – 2012. – Vol. 5. – P. 473-497.
782. Veraksa A.N., Leonov S.V. Cognitive Aspects of Athlete Activity // Psychology in Russia: State of the Art. – 2009. – Vol. 2. – P. 603–618.
783. Verburgh L. et al. Do elite and amateur soccer players outperform non-athletes on neurocognitive functioning? A study among 8–12 year old children // PLoS ONE. 2016. Vol. 11, № 12. P. e0165741.
784. Verburgh L. et al. The key to success in elite athletes? Explicit and implicit motor learning in youth elite and non-elite soccer players // Journal of Sports Sciences. 2016. Vol. 34, № 18. P. 1782–1790.
785. Vickers J. N. Control of visual attention during the basketball free throw // The American Journal of Sports Medicine. 1996. Vol. 24, № 6. P. S93–S97.
786. Vickers J. N. Mind over muscle: The role of gaze control, spatial cognition, and the quiet eye in motor expertise // Cognitive Processing. 2011. Vol. 12, № 3. P. 219–222. DOI: 10.1007/s10339-011-0411-2.
787. Vickers J. N. Perception, Cognition, and Decision Training: The Quiet Eye in Action. Human Kinetics Publishers, 2007. 266 p.
788. Vignais N., Bideau B., Craig C. M., Brault S., Multon F., Kulpa R. Virtual environments for sport analysis: perception-action coupling in handball goalkeeping // International Journal of Virtual Reality. 2009. Vol. 8, № 4. P. 43–48. DOI: 10.20870/IJVR.2009.8.4.2748.
789. Vignais N., Kulpa R., Brault S., Presse D., Bideau B. Which technology to investigate visual perception in sport: video vs. virtual reality // Human Movement Science. 2015. Vol. 39. P. 12–26.

790. Vila H., Ferragut C. Throwing speed in team handball: a systematic review // International Journal of Performance Analysis in Sport. 2019. Vol. 19, № 5. P. 724–736. DOI: 10.1080/24748668.2019.1649344.
791. Visbox: Products CAVE: [Электронный ресурс]. URL: http://www.visbox.com/products/cave/ (дата обращения: 10.12.2025).
792. Vogt S., Skjæret-Maroni N., Neuhaus D., Baumeister J. Virtual reality interventions for balance prevention and rehabilitation after musculoskeletal lower limb impairments in young up to middle-aged adults: A comprehensive review on used technology, balance outcome measures and observed effects // International Journal of Medical Informatics. 2019. Vol. 126. P. 46–58. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2019.03.09.
793. Vogt T., Herpers R., Scherfgen D., Strüder H. K., Schneider S. Neuroelectric adaptations to cognitive processing in virtual environments: an exercise-related approach // Experimental Brain Research. 2015. Vol. 233. P. 1321–1329. DOI: 10.1007/s00221-015-4208-x.
794. Von Bernhardi R., Bernhardi L. E., Eugenín J. What is neural plasticity? // The Plastic Brain. 2017. P. 1–15.
795. Wadden K. P., Borich M. R., Boyd L. A. 14 Motor skill learning and its neurophysiology // Skill acquisition in sport: research, theory and practice. 2012. P. 247.
796. Wagner H., Finkenzeller T., Würth S., Von Duvillard S. P. Individual and team performance in team-handball: A review // Journal of Sports Science and Medicine. 2014. Vol. 13, № 4. P. 808–816.
797. Walls J., Bertrand L., Gale T. J. et al. Assessment of upwind dinghy sailing performance using a virtual reality dinghy simulator // Journal of Science and Medicine in Sport. 1998. Vol. 1, № 2. P. 61–72.
798. Wang X., Guo C., Yuen D. A., Luo G. L. GeoVReality: A computational interactive virtual reality visualization framework and workflow for geophysical research // Physics of the Earth and Planetary Interiors. 2020. Vol. 298. P. 106312.
799. Wang Y., Morgan W. P. The effect of imagery perspectives on the psychophysiological responses to imagined exercise //Behavioural brain research. 1992. Vol. 52., №. 2. P. 167-174.
800. Ward P., Williams A. M., Bennett S. J. Visual search and biological motion perception in tennis // Research Quarterly for Exercise and Sport. 2002. Vol. 73, № 1. P. 107–112.
801. Webborn N., Cushman D., Blauwet C. A. et al. The epidemiology of injuries in football at the London 2012 Paralympic Games // PM&R. 2016. Vol. 8, № 6. P. 545–552. DOI: 10.1016/j.pmrj.2015.09.25.
802. Weech S., Kenny S., Lenizky M., Barnett-Cowan M. Narrative and gaming experience interact to affect presence and cybersickness in virtual reality // International Journal of Human-Computer Studies. 2020. Vol. 138. Article 102398.
803. Wehner T., Vogt S., Stadler M. Task-specific characteristics during mental training // Psychological Research. 1984. № 46. P. 389–401.
804. Weinberg R. S. The Relationship Between Mental Preparation Strategies and Motor Performance: A Review and Critique // Quest. 1982. № 33. P. 195–213.
805. Weinberg R. S., Gould D. Foundations of sport and exercise psychology. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003.
806. Weinberg R. S., Seabourne T., Jackson A. Effect of Visuo-Motor Behavior Rehearsal, Relaxation, and Imagery on Karate Performance // Journal of Sport Psychology. 1981. Vol. 10. P. 71–78.
807. Weisberg C., Ragsdale M. Cognitive demand and practice level: Factors in the mental rehearsal of motor skills // Journal of Human Movement Studies. 1979. № 5. P. 201–208.
808. Whelan J. P., Mahoney M. J., Meyers A. W. Performance Enhancement in Sport: A Cognitive Behavioral Domain // Behavior Therapy. 1991. Vol. 22, № 3. P. 307–327.
809. White A., Hardy L. An in-depth analysis of the uses of imagery by high-level slalom canoeists and artistic gymnasts // The Sport Psychologist. 1998. Vol. 12, № 4. P. 387–403.

810. White A., Hardy L. Use of Different Imagery Perspectives on the Learning and Performance of Different Motor Skills // British Journal of Psychology. 1995. Vol. 86, № 2. P. 191–216.
811. Williams A. M. Anticipation and Decision Making: Exploring New Horizons // Handbook of Sport Psychology / Eds. A. M. Williams, P. Ward. 3rd ed. Hoboken, N.J.: Wiley, 2007. P. 203–223.
812. Williams A. M., Elliott D. Anxiety, Expertise, and Visual Search Strategy in Karate // Journal of Sport & Exercise Psychology. 1999. Vol. 21, № 4. P. 362–375.
813. Williams A. M., Ward P., Knowles J. M., Smeeton N. J. Anticipation skill in a real-world task: measurement, training, and transfer in tennis // Journal of Experimental Psychology: Applied. 2002. Vol. 8, № 4. P. 259–270.
814. Williams M., Davids K. Declarative knowledge in sport: A by-product of experience or a characteristic of expertise? // Journal of sport and exercise psychology. 1995. Vol. 17, № 3. P. 259-275.
815. Willick S. E., Webborn N., Emery C., Blauwet C. A., Pit-Grosheide P., Stomphorst J., Patino Marques N. A., Martinez-Ferrer O., Derman W., Schwellnus M. The epidemiology of injuries at the London 2012 Paralympic Games // British Journal of Sports Medicine. 2013. Vol. 47, № 7. P. 426–432. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092376.
816. Wilson C. J., Soranzo A. The Use of Virtual Reality in Psychology: A Case Study in Visual Perception // Computational and Mathematical Methods in Medicine. 2015. Vol. 2015. Art. ID 151702. DOI: 10.1155/2015/151702.
817. Windsor P. M., Barker J., McCarthy P. Doing sport psychology: Personal-disclosure mutual-sharing in professional soccer // The Sport Psychologist. 2011. Vol. 25, № 1. P. 94–114.
818. Wood G., Wilson M. R. Gaze behaviour and shooting strategies in football penalty kicks: Implications of a ‘keeper-dependent approach // International Journal of Sport Psychology. 2010. Vol. 41, № 3. P. 293–312.
819. Wood G., Wilson M. R. Quiet-eye training for soccer penalty kicks // Cognitive Processing. 2011. Vol. 12, № 3. P. 257–266.
820. Wood G., Wilson M. R. Quiet-eye training, perceived control and performing under pressure // Psychology of Sport and Exercise. 2012. Vol. 13, № 6. P. 721–728.
821. Woolfolk R. L., Parrish M. W., Murphy S. M. The effects of positive and negative imagery on motor skill performance //Cognitive Therapy and Research. 1985. Vol. 9., №. 3. P. 335-341.
822. Wu S., Chen X., Fu J., Chen Z. Efficient VR Video Representation and Quality Assessment // Journal of Visual Communication and Image Representation. 2018. Vol. 57. P. 107–117. DOI: 10.1016/j.jvcir.2018.10.018.
823. Wu T. C., Pearsall D., Hodges A., Turcotte R., Lefebvre R., Montgomery D., Bateni H. The performance of the ice hockey slap and wrist shots: the effects of stick construction and player skill // Sports Engineering. 2003. Vol. 6, № 1. P. 31–39. DOI: 10.1007/BF02844158.
824. Wu Y., Wang Y., Jung S., Hoermann S., Lindeman R. W. Towards an articulated avatar in VR: Improving body and hand tracking using only depth cameras // Entertainment Computing. 2019. Vol. 31. Article 100303.
825. Wu Y., Zeng Y., Zhang L., Wang S., Wang D., Tan X., Zhu X., Zhang J. The role of visual perception in action anticipation in basketball athletes // Neuroscience. 2013. Vol. 237. P. 29–41.
826. Yakushina A.A., Filippova E.A., Sedogin E.A., Leonov S.V. Coping Strategies of Injured Athletes: The Role of Gender, Type of Sport, and Injury Severity // Psychology. Journal of the Higher School of Economics. – 2025. – Vol. 22. – No 3. – C. 395–407.
827. Yang X., Lin L., Cheng P., Yang X., Ren Y. Which EEG feedback works better for creativity performance in immersive virtual reality: The reminder or encouraging feedback? // Computers in Human Behavior. 2019. Vol. 99. P. 345–351. DOI: 10.1016/j.chb.2019.06.012.

828. Yang Y. The innovation of college physical training based on computer virtual reality technology // Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography. 2018. Vol. 21, № 6. P. 1275–1280. DOI: 10.1080/09720529.2018.1526400.
829. Ye Y., Wong S. C., Li Y. C., Lau Y. K. Risks to pedestrians in traffic systems with unfamiliar driving rules: a virtual reality approach // Accident Analysis & Prevention. 2020. Vol. 142. P. 105565.
830. Yildirim N. U., Comert E., Ozengin N. Shoulder pain: a comparison of wheelchair basketball players with trunk control and without trunk control // Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2010. Vol. 23, № 2. P. 55–61. DOI: 10.3233/BMR-2010-0253.
831. Yu Q. H., Fu A. S., Kho A., Li J., Sun X. H., Chan C. C. Imagery perspective among young athletes: Differentiation between external and internal visual imagery // Journal of Sport and Health Science. 2016. Vol. 5, № 2. P. 211–218.
832. Žák M., Ondráček J. Breathing as one of the components of biathlon shooting in youth biathletes // Studia Sportiva. 2021. Vol. 15, № 2. P. 88–97.
833. Zakay D. Attention allocation policy influences prospective timing // Psychonomic Bulletin & Review. 1998. Vol. 5. P. 114–118.
834. Zanevskyy I., Korostylova Y., Mykhaylov V. Accuracy of SCATT optoelectronic shooting system // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology. 2014. Vol. 228, № 4. P. 270–275.
835. Zappa A., Bolger D., Pergandi J.-M., Mallet P., Mestre D., Frenck-Mestre C. Motor resonance during linguistic processing as shown by EEG in a naturalistic VR environment // Brain and Cognition. 2019. Vol. 134. P. 44–57. DOI: 10.1016/j.bandc.2019.05.003.
836. Zentgraf K., Munzert J., Bischoff M., Newman-Norlund R. D. Simulation during observation of human actions Theories, empirical studies, applications // Vision Research. 2011. Vol. 51, № 8. P. 827–835.
837. Zhang L., Brunnett G., Petri K., Danneberg M., Masik S., Bandow N., Witte K. KaraKter: An autonomously interacting Karate Kumite character for VR-based training and research // Computers & Graphics. 2018. Vol. 72. P. 59–69. DOI: 10.1016/j.cag.2018.01.007.
838. Zhou E., Zhang H. Human action recognition toward massive-scale sport sceneries based on deep multi-model feature fusion // Signal Processing: Image Communication. 2020. Vol. 84. Article 115802.
839. Ziegler S. Comparison of imagery styles and past experience in skills performance // Perceptual and Motor Skills. 1987. № 64. P. 579–586.
840. Zinchenko Y. P., Khoroshikh P. P., Sergievich A. A., Smirnov A. S., Golokhvast K. S. Virtual reality is more efficient in learning human heart anatomy especially for subjects with low baseline knowledge // New Ideas in Psychology. 2020. Vol. 59. Art. 100786. DOI: 10.1016/j.newideapsych.2020.100786.
841. Zinchenko Yu.P., Veraksa A.N., Leonov S.V. Methodological Foundations of Military Psychology and Psychological Security // Psychology in Russia: State of the Art. – 2011. – Vol. 4. – P. 53–61.
842. Zittman F., Dyck R., Spinhoven P., Linssen A., Corrie G. Hypnosis and autogenic training in the treatment of tension headaches: A two-phase constructive design study with follow-up // Journal of Psychosomatic Research. 1992. Vol. 36, № 3. P. 219–228.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Опросник образных репрезентаций профессиональной деятельности спортсменов

ОПРОСНИК

ОБРАЗНЫХ РЕПРЕЗЕНТАЦИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПОРТСМЕНОВ

ФИО_____ **Пол**_____**Возраст**_____

Дата_____ **Время**_____

Вид спорта (амплуа) _____ **Стаж** ____ **(лет)**

Разряд/звание/уровень выступления_____

Регион_____

Клуб/секция_____

Инструкция

Ниже приведены утверждения, которые могут использоваться в спортивных ситуациях. Оцените по 7-ми балльной шкале каждое утверждение, насколько оно применимо к Вам (1 вопрос), а также насколько это утверждение важно в Вашем виде спорта (2 вопрос).

Цифры на шкале по **вопросу 1** означают:
1 - никогда
2 - очень редко
3 - редко
4 - время от времени
5 - довольно часто
6 - всегда

На шкале по **второму вопросу** отметьте, насколько это утверждение является одним из факторов победы/успеха в моём виде спорта
1. не имеет отношения к виду спорта
2. очень редко влияет на победу/успех в моем виде спорта
3. редко влияет на победу/успех в моем виде спорта
4. время от времени влияет на победу/успех в моем виде спорта
5. довольно часто влияет на победу/успех в моем виде спорта
6. Полностью определяет победу/успех в моем виде спорта

	Вопросы	***Ответы***
1.	- я чётко отслеживаю время (ритм/скорость) выполняемых мною движений	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
2.	- я чётко воспринимаю разворачивание спортивной ситуации со стороны	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
3.	- на выступлениях я всегда должен удерживать в голове большое количество информации	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
4.	- в условиях дефицита времени я могу управлять спортивной ситуацией и контролировать ее	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
5.	- я всегда стараюсь достичь эмоционального состояния, поскольку эмоции помогают мне добиться лучшего результата	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
6.	- во время матча/поединка я всегда думаю о счете	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
7.	- я осознаю и задаю максимальный уровень своей мотивации	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
8.	- эмоции помогают мне	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
9.	- при обучении новым движениям я мысленно представляю себе их идеальное исполнение	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
10.	- стараюсь увидеть/заметить в окружающей обстановке / ситуации такую особенность, которая является решающей для достижения успеха	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
11.	- я знаю свои главные личностные качества, которые влияют на мое выступление, и использую их	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
12.	- на выступлениях я стараюсь ни о чем не думать	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7

13.	- Я чётко понимаю, где расположены партнёры /противники/игровые снаряды	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
14.	- во время матча/поединка я не думаю ни о чем, кроме того, что делаю в данный момент	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
15.	- способ исполнения мною спортивных приёмов отличается от способа действий других спортсменов	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
16.	- представляя свое выступление, я становлюсь более "собранным" и готовым к нему	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
17.	- успех на соревнованиях зависит от того, насколько партнёры по команде подготовлены и собранны	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
18.	- я всё время удерживаю в голове (отслеживаю) продолжительность спортивной игры/ выступления/ раунда	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
19.	- я чётко осознаю последовательность своих действий и правильность исполнения спортивного элемента	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
20.	- я чётко воспринимаю разворачивание спортивной ситуации, как будто я нахожусь в центре всех событий	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
21.	- я осознаю свои личностные качества и степень их влияния на мое выступление	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
22.	- я представляю ситуации общения с членами команды / противниками	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
23.	- я чётко осознаю стоящую передо мной задачу на каждом этапе выступления/соревнования	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7

	(временном промежутке)	
24.	- я знаю, какие именно эмоции мне помогают	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
25.	- во время игры/тренировки я не обращаю внимание на зрителей	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
26.	- во время выступления я говорю себе, что должен (должна) победить любой ценой	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
27.	- я чётко определяю скорость движений / приёмов соперника	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
28.	- когда мои друзья и знакомые смотрят соревнования со мной, я выступаю лучше	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
29.	- я представляю последовательность своих действий в образном виде (в виде картинки, разворачиваемого сюжета)	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
30.	- я всегда досконально изучаю предстоящего соперника/противника	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
31.	- я чётко чувствую границы площадки/поля и своё расположение в ней в каждый момент игры / мачта/ ситуации	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
32.	- в решающий момент матча/поединка я представляю реакцию близких мне людей	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
33.	- я внимательно отслеживаю силу и скорость, с которой я выполняю движения	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
34.	- я всегда осознаю последствия игрового эпизода/спортивной ситуации	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7

35.	- когда я волнуюсь, то всегда допускаю ошибки в выполнении спортивных действий	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
36.	- мне важно не только освоить технику, но и выработать свой собственный стиль	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
37.	- я полностью учитываю информацию об игровой ситуации (состав игроков/противников, установки тренера…)	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
38.	- я могу чётко представлять свои действия со стороны (от 3-го лица)	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
39.	- я всегда предвосхищаю развитие игровой ситуации (я всегда вижу пути развития спортивной ситуации)	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
40.	- при перемещении по спортивной площадке не все движения я воспринимаю как последовательные изменения положения, а только отдельные значимые фрагменты	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
41.	- я всегда учитываю свои физические данные и ресурсы при выборе стратегии игры/ действия	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
42.	- мой опыт выступления на соревнованиях всегда помогает мне	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
43.	- я всегда перед выступлением /или задолго до выступления «проигрываю» мысленно предстоящее выступление (встречу/матч)	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
44.	- на соревнованиях я могу импровизировать и исполнить принципиально новое движение/действие/спортивный элемент	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7

45.	- я могу оперативно (легко) изменить намеченный план действий в условиях изменения спортивной ситуации	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
46.	- я всегда максимально выкладываюсь (выступаю на пределе своих возможностей), использую все свои физические возможности	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
47.	- я думаю о риске получения травмы	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
48.	- у меня всегда есть заранее намеченный план выполняемого действия (стратегия)	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
49.	- я чётко осознаю элементы выполняемых мною движений	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
50.	- я всегда знаю, за счёт чего можно добиться победы в предстоящей игре/поединке/матче	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
51.	- в воображаемых ситуациях я действую в том же темпе, как это должно происходить в реальности	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
52.	- на выступлении я всегда действую на пределе своих возможностей	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
53.	- я как бы вижу разворачивание спортивной ситуации со стороны	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
54.	- я всецело разделяю принцип победы любой ценой	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
55.	- я всегда могу осознано распределить свои силы по всей дистанции	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
56.	- я чётко знаю, кто будет завершать нашу атаку	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7

57.	- во время выступления мне важно держать в голове девиз, то, ради чего я должен это сделать	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
58.	- я всегда проговариваю про себя алгоритм (последовательность) выполняемого движения	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
59.	- я осознаю границы/пределы своих энергетических ресурсов	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
60.	- я всегда ставлю перед собой конкретные реалистичные цели (к примеру, «за 2 месяца я улучшу свой показатель на 2 секунды»)	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
61.	- я всегда чётко осознаю происходящую на площадке ситуацию	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
62.	- я часто представляю успешное достижение своих целей и думаю над следую щими	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
63.	- я точно знаю, как достичь своих целей	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
64.	- на соревнованиях я всегда помню установки тренера	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
65.	- когда я не достигаю намеченной цели, я продолжаю идти к ней, несмотря ни на что	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
66.	- я всегда учитываю внешние данные противника и его потенциальные сильные стороны, чтобы выбрать свою стратегию игры/поединка	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
67.	- я легко адаптирую свои навыки к новым спортивным задачам	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
68.	- я всегда быстро принимаю	Вопрос 1 Вопрос 2	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7

	решение о выборе действия (в том числе в условиях дефицита времени, усталости и др.)	
69.	- я воспринимаю соревнования как шанс показать все, на что я способен	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
70.	- я понимаю, какие характеристики и свойства у объектов вокруг меня, и какие из этих свойств помогут мне достичь успеха в моем деле	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
71.	- Мысли о том, какие эмоции я буду испытывать при победе на соревнованиях влияют на мою подготовку	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
72.	- я осознаю степень своего владения спортивными навыками/действиями – как сильные стороны, так и ограничения	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
73.	- я представляю, как демонстрирую своим соперникам уверенность, непобедимость	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
74.	- я знаю, как достичь максимального уровня своих возможностей	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
75.	- я представляю, как я контролирую себя в трудных ситуациях	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
76.	- я всегда знаю и предвосхищаю действия партнёров по команде	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
77.	- я могу изменить план действия даже в том случае, если спортивная ситуация ещё не изменилась	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
78.	- при ведении/обработке мяча/шайбы я должен обязательно зрительно контролировать этот процесс	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
79.	- я сам всегда нахожу способ оптимального выполнения движения	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7

80.	- я всегда выделяю наиболее существенные признаки, по которым могу говорить о развитии спортивной ситуации	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
81.	- в процессе представления конкретных движений мысленно я могу ошибаться в их исполнении.	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
82.	- я представляю себя собранным в сложных, напряженных ситуациях	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
83.	- я чётко отслеживаю длительность этапа матча (середины, финала)	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
84.	- я постоянно мысленно возвращаюсь к своим неудачным выступлениям	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
85.	- перед выступлением я стараюсь найти приметы, предвещающие удачу	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
86.	- я всегда предвижу реакцию тренера	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
87.	- мне не важно с кем играть/с какими партнёрами выступать	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
88.	- если я взволнован и напряжён, то моё восприятие времени меняется	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
89.	- для меня важно обсудить с тренерами и товарищами по команде детали соревнований	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
90.	- больше всего я боюсь проиграть	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
91.	- я знаю направление своего дальнейшего спортивного развития	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
92.	- я полностью осознаю своё	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7

	эмоциональное состояние во время выступления	
93.	- при обсуждении с тренером отдельных элементов моего выступления на соревновании я чётко представляю каждый из них	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
94.	- я могу контролировать свое эмоциональное / Физическое состояние во время выступления	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
95.	- я мысленно разбиваю на части время моего выступления	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
96.	- в ходе выступления/тренировки я мысленно отчётливо представляю выполняемое движение	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
97.	- я верю в спортивные приметы	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
98.	- у меня есть свои спортивные ритуалы	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
99.	- если нарушается ритм выполнения спортивного движения, я легко его восстанавливаю	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7
100.	- спортивные приметы всегда сбываются	Вопрос 1 1 2 3 4 5 6 7 Вопрос 2 1 2 3 4 5 6 7

Приложение 2. Информация по испытуемым и количеству отбитых/пропущенных шайб в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики уровня мастерства хоккеистов

ID				ШАЙБЫ							
	хоккеист/ новичок	sex	age	отбитые				промахи			
				1 блок	2 блок	3 блок	4 блок	1 блок	2 блок	3 блок	4 блок
1	хоккеист	M	23	9	6	6	8	5	8	8	21
2	хоккеист	M	17	11	9	5		3	5	9	
3	хоккеист	M	24	7	7	4	8	7	7	10	20
4	хоккеист	M	23	5	4	4	8	9	8	8	21
5	хоккеист	M		11	8	7	10	3	6	7	19
6	хоккеист	M		9	4	4	10	11	10	10	19
7	хоккеист	M	19	10	7	5		2	7	9	
8	хоккеист	M	18	8	5	3	6	6	9	11	23
9	хоккеист	M	18	7	4	3	5	7	10	11	24
10	хоккеист	M	19	7	5	7	6	7	9	7	23
11	хоккеист	M	17	9	7	8	5	5	7	6	24
12	хоккеист	M	18	4	4	3	10	10	10	11	19
13	хоккеист	M	24	4	6	4	12	10	8	10	17
14	новичок	M	20	11	7	3	9	3	7	11	19
15	новичок	M	22	4	2	3	6	8	10	11	29
16	новичок	M	18	11	11	7	7	3	6	7	22
17	новичок	M	18	7	6	2	8	7	8	12	21
18	новичок	M	20		6	4	5		8	10	24
19	новичок	M	20	3	5	2	6	11	9	12	23
20	новичок	M	20	3	4	1	11	11	10	13	18
21	новичок	M	21	8	3	3	8	6	11	11	21
22	новичок	M		6	6	6	7	8	8	8	22
Ср.знач хокк.			20	7,77	5,85	4,85	8,00	6,54	8,00	9,00	20,91
Ср.знач. нов.			19,875	6,63	5,56	3,44	7,44	7,13	8,56	10,56	22,11
p				0,374	0,601	0,060	0,656	0,595	0,471	0,051	0,503

*уровень статистической значимости $p \leq 0,05$

Приложение 3. Информация о времени двигательного отклика на предъявление шайб (RT1), а также время реагирования клюшкой (RT2) в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики уровня мастерства хоккеистов

ID	хоккеист / новичок	RT1								RT2							
		отбитые				промахи				отбитые				промахи			
		1 блок	2 блок	3 блок	4 блок	1 блок	2 блок	3 блок	4 блок	1 блок	2 блок	3 блок	4 блок	1 блок	2 блок	3 блок	4 блок
1	хоккеист	0,226	0,280	0,262	0,294	0,203	0,268	0,283	0,233	2,109	2,232	0,823	1,817	1,611	2,741	1,276	1,086
2	хоккеист	0,557	0,416		0,243	0,740	0,440	0,390	0,337	0,871	0,882	0,868	0,738	1,383	0,734	0,728	0,805
3	хоккеист	0,648	0,377	0,493		0,588	0,214	0,844		1,189	1,253	0,842		0,759	0,909	1,239	
4	хоккеист	0,353	0,399	0,318	0,258	0,538	0,342	0,323	0,325	1,023	0,838	0,833	0,830	0,909	0,754	0,797	0,917
5	хоккеист	0,686	0,800	0,778	0,302	0,403	0,430	0,869	0,314	0,950	0,773	0,746	0,974	1,190	1,521	0,762	0,914
6	хоккеист	0,611	0,374	0,347	0,457	0,334	0,389	0,389	0,290	1,122	0,701	3,106	1,220	1,466	0,814	1,321	0,902
7	хоккеист	0,299	0,343	0,318	0,208	0,396	0,552	0,299	0,362	0,668	0,568	1,013	0,817	0,868	1,356	1,186	0,789
8	хоккеист	0,297	0,378	0,175	0,289	0,352	0,427	0,342	0,284	1,161	1,011	0,794	0,946	1,578	1,149	0,851	1,315
9	хоккеист	0,347	0,403	0,405	0,271	0,508	0,261	0,358	0,274	1,018	0,631	0,703	0,849	0,914	1,195	0,984	0,943
10	хоккеист	0,422	0,302	0,237		0,339	0,228	0,342		1,227	0,940	0,860		1,233	1,118	0,886	
11	хоккеист	0,345	0,302	0,402	0,244	0,321	0,284	0,202	0,260	0,898	0,844	1,611	0,856	0,920	2,076	0,804	0,910
12	хоккеист	0,564	0,514		0,232			0,812	0,282	1,390	0,860	0,877	0,895	1,340	0,858	0,861	0,878
13	хоккеист	0,366			0,369	0,605	0,477	0,367	0,250	1,072	0,969	0,965	0,856	1,544	1,827	1,245	1,101
14	новичок	0,718	0,518				0,426	0,634		1,896	1,487	2,302	1,902	1,406	2,511	1,851	2,724
15	новичок	0,270	0,302	0,187	0,322	0,391	0,319	0,460	0,288	2,778	1,735	2,376	2,693	1,632	1,994	2,119	5,505
16	новичок	0,481	0,516	0,338	0,288	0,431	0,364	0,320	0,309	2,089	1,266	0,737	1,110	0,968	0,738	0,778	0,884
17	новичок	0,319	0,256	0,256	0,306	0,403	0,442	0,377	0,253	0,996	0,874	0,795	0,872	1,906	0,887	0,988	0,906
18	новичок		0,268	0,448	0,280		0,261	0,413		1,095	0,765	0,845		1,178	0,927	0,942	

Продолжение Приложения 3

19	новичок	0,554		0,343	0,298	0,513	0,463	0,478	0,307	0,554	2,627	0,919	0,970	0,984	0,972	1,131	0,920
20	новичок	0,168	0,259	0,229	0,343	0,503	0,230	0,269	0,367	0,936	1,014	0,863	0,926	1,847	0,918	0,928	0,905
21	новичок	0,323	0,321	0,297	0,247	0,351	0,251	0,256	0,271	2,178	0,743	0,762	1,206	1,222	0,985	1,283	1,133
22	новичок	0,183	0,213	0,375	0,222	0,428	0,285	0,233	0,255	1,693	3,396	5,377	2,310	2,117	2,101	6,228	2,689
Ср.знач хокк.		0,440	0,407	0,374	0,288	0,444	0,359	0,448	0,292	1,131	0,962	1,080	0,982	1,209	1,312	0,995	0,960
Ср.знач. нов.		0,377	0,331	0,309	0,288	0,432	0,338	0,382	0,293	1,579	1,545	1,664	1,499	1,473	1,337	1,805	1,958
p		0,268	0,098	0,460	0,545	0,902	0,754	0,794	1	0,262	0,071	0,695	0,020*	0,126	0,948	0,11	0,1770

**уровень статистической значимости p≤0,05*

RT1, время двигательного отклика; RT2, время реагирования клюшкой

Приложение 4. Средние изменения углов в суставах и положения головы в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики уровня мастерства хоккеистов

ID		колено-правое (ср.зн.)	колено-правое (Dalpha)	колено-левое (ср.зн.)	колено-левое (Dalpha)	бедро правое (ср.зн.)	бедро правое Dalpha	бедро левое (ср.зн.)	бедро лево Dalpha	knee_together_dist_mean	Dknee_together_dist	head_mean	Dhead
1	хоккеист	1,4642	0,1817	1,1441	0,1711	1,5817	0,1989	1,4681	0,1749	0,9580	0,0343	-0,8011	0,0798
2	хоккеист	0,7585	0,0229	0,5062	0,0269	1,2475	0,0221	1,1850	0,0211	0,3478	0,0017	1,6221	0,0117
3	хоккеист	0,8901	0,0631	0,8719	0,0900	1,3673	0,0362	1,3537	0,0760	0,4035	0,0057	1,6184	0,0142
4	хоккеист	0,6832	0,0225	0,7339	0,0439	1,1177	0,1085	1,1487	0,0747	0,3283	0,0037	1,6583	0,0619
5	хоккеист	0,7509	0,0968	0,4981	0,0402	0,7306	0,0805	1,1145	0,0317	0,3925	0,0100	1,6589	0,0313
6	хоккеист	0,7067	0,2477	0,8642	0,2031	1,3991	0,4340	1,2319	0,4584	0,3139	0,0140	1,4569	0,1569
7	хоккеист	0,4669	0,0607	0,6087	0,0529	0,7077	0,1353	0,6921	0,1292	0,3404	0,0084	1,6537	0,0826
8	хоккеист	0,4478	0,0885	0,3971	0,0502	0,6249	0,2683	0,6020	0,2414	0,3460	0,0044	1,6508	0,0641
9	хоккеист	0,5712	0,0384	0,5188	0,1167	0,8050	0,1809	0,7954	0,2204	0,2852	0,0102	1,6643	0,0998
10	хоккеист	0,7801	0,0974	0,5982	0,1268	1,1129	0,3523	0,8842	0,3805	0,3781	0,0139	1,6721	0,1283
11	хоккеист	0,7930	0,0941	0,6514	0,0860	1,5661	0,0371	1,3282	0,0472	0,3096	0,0054	1,5061	0,0311
12	хоккеист	0,6257	0,1227	1,2198	0,9917	1,2541	0,1648	1,7811	0,9214	0,4796	0,2378	-0,3020	0,0643
13	новичок	1,2550	0,4126	1,1280	0,5525	1,4201	0,4526	1,6084	0,4791	0,3504	0,1547	-0,1956	0,0076
14	новичок	0,8456	0,0449	0,7709	0,0312	1,0391	0,0500	1,1578	0,0685	0,3744	0,0076	-0,1460	0,0717
15	новичок	0,6888	0,0264	0,4673	0,0169	1,1885	0,0466	1,3181	0,0323	0,2926	0,0023	1,3090	0,0576
16	новичок	0,3977	0,0768	0,4906	0,0468	0,8689	0,0566	1,1344	0,0544	0,2684	0,0047	1,3891	0,0359
17	новичок	1,0952	0,9421	0,8041	0,1187	0,8309	0,2246	1,1203	0,1752	0,3394	0,0052	1,5320	0,1022
18	новичок	0,9310	0,0430	0,7928	0,0307	0,9106	0,0375	0,9426	0,0410	0,3228	0,0021	1,5299	0,0127
19	новичок	0,7982	0,0056	0,8682	0,0088	1,2145	0,0134	1,1251	0,0081	0,4291	0,0028	1,5636	0,0045
20	новичок	0,9789	0,0578	1,0709	0,0654	1,2388	0,0560	1,0492	0,0540	0,3926	0,0138	-0,2118	0,0220

Продолжение Приложения 4

21	новичок	0,4113	0,0482	0,6121	0,6683	0,4478	0,0981	0,7626	0,5790	0,3689	0,1514	-0,0605	0,0689
22	новичок	0,7128	0,0152	0,6851	0,0099	0,9699	0,0282	1,0545	0,0238	0,2959	0,0040	-0,1613	0,0112
	Среднее_хокк.	0,8114	0,1673	0,7690	0,1549	1,0129	0,1064	1,1273	0,1515	0,3434	0,0349	0,6548	0,0394
	Среднее_нов.	0,7449	0,0947	0,7177	0,1666	1,1262	0,1682	1,1321	0,2314	0,4069	0,0291	1,2549	0,0688
	p	0,346		0,628		0,456		0,722		0,497		0,025*	

*уровень статистической значимости $p \leq 0,05$

Приложение 5. Информация о приемах, вариантах ответа, времени остановки видеороликов в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности борцов вольного стиля

Информация о приемах, вариантах ответа, времени остановки видеоролика на первом этапе исследования

1) Стоп 12 сек. Вопрос: Что нужно сделать при атаке соперника?

А. Развернуться и отставить правую ногу

Б. Развернуться и освободить правую руку

В. Забрать руку соперника

2) Стоп 16 сек. Вопрос: соперник атакует, ваши действия?

А. Забрать голову соперника.

Б. Оттянуть правую ногу

В. Сделать бросок за дальнее бедро.

3) Стоп 24 сек. Вопрос: При выполнении приема соперником, какое техническое действие нужно выполнить, чтобы сорвать атаку?

А. Не дать левую руку

Б. Отбросить две ноги

В. Отставить левую ногу

4) Стоп 31 сек. Вопрос: Соперник атакует, что будете делать в данной ситуации?

А. Заберу голову соперника и оттяну ногу.

Б. Оттяну ногу и забегу назад.

В. Отброшу обе ноги

5) Стоп 00:39 сек. Вопрос: При атаке соперника, какие ваши действия?

А.Отставить правую ногу и забрать голову.

Б. Отставить правую ногу.

В. Отбросить обе ноги.

6) Стоп 00:46 сек. Вопрос: Атакующий выполняет прием, что нужно сделать, чтобы сорвать атаку?

А. Не дать левую руку.

Б. Выпрямить правую руку и сделать шаг назад.

В. Отбросить ногу.

7) Стоп 01:02 сек. Вопрос: Соперник атакует, что будете делать в данной ситуации?

А. Не дам левую руку.

Б. Отставлю левую ногу

В. Отброшу обе ноги.

8) Стоп 01:15 сек. При атаке соперника ваши действия?

А. Отставлю левую ногу.

Б. Отставлю правую ногу.

В. Не дам забрать правую руку.

Информация о приемах, вариантах ответа видеоролика в эксперименте с использовнием VR технологии для тренировки и диагностики эффективности спортивной деятельности борцов вольного стиля

1) Какой выполнит прием борец слева?
А) **Перевод рывком за левую руку (перевод за руку)**
В) Перевод нырком.
С) Бросок наклоном за две ноги (проход в ноги)

2) Борец слева выполняет техническое действие:
А) Бросок поворотом с захватом руки и ноги (мельница)
В) **Перевод нырком.**
С) Бросок наклоном с захватом ног (проход в ноги)

3) Борец атакует борца справа:
А) Броском подворотом захватом руки и головы (бросок через бедро)
В) Броском поворотом захватом руки и ноги (мельница)
С) **Броском наклоном захватом двух ног (проход в ноги)**

4) Какой выполнит прием борец слева?
А) Сваливание захватом руки и головы.
В) Перевод рывком захватом за руку.
С) **Бросок поворотом захватом руки и ноги (мельница).**

5) Борец атакует соперника справа:
А) Бросок подворотом захватом руки и головы (бросок через бедро)
В) Перевод рывком захватом за руку.
С) **Перевод рывком захватом за руку с переходом на сваливание сбиванием захватом разноименной ноги.**

5) Борец слева выполняет прием:
А) Перевод нырком.
В) **Бросок подворотом захватом за руку («кочерга», «Спина»)**
С) Бросок наклоном захватом за две ноги (проход в ноги)

7) Какой выполнит прием борец слева?
А) **Перевод рывком захватом за руку с переходом на бросок наклоном захватом двух ног.**
В) Бросок поворотом с захватом руки и ноги (мельница).
С) Перевод рывком захватом за руку.

8) Борец атакует соперника справа:
А) Броском подворотом захватом руки и головы (бросок через бедро)
В) Перевод рывком захватом за руку.
С) **Бросок поворотом захватом руки и разноименной ноги (мельница).**

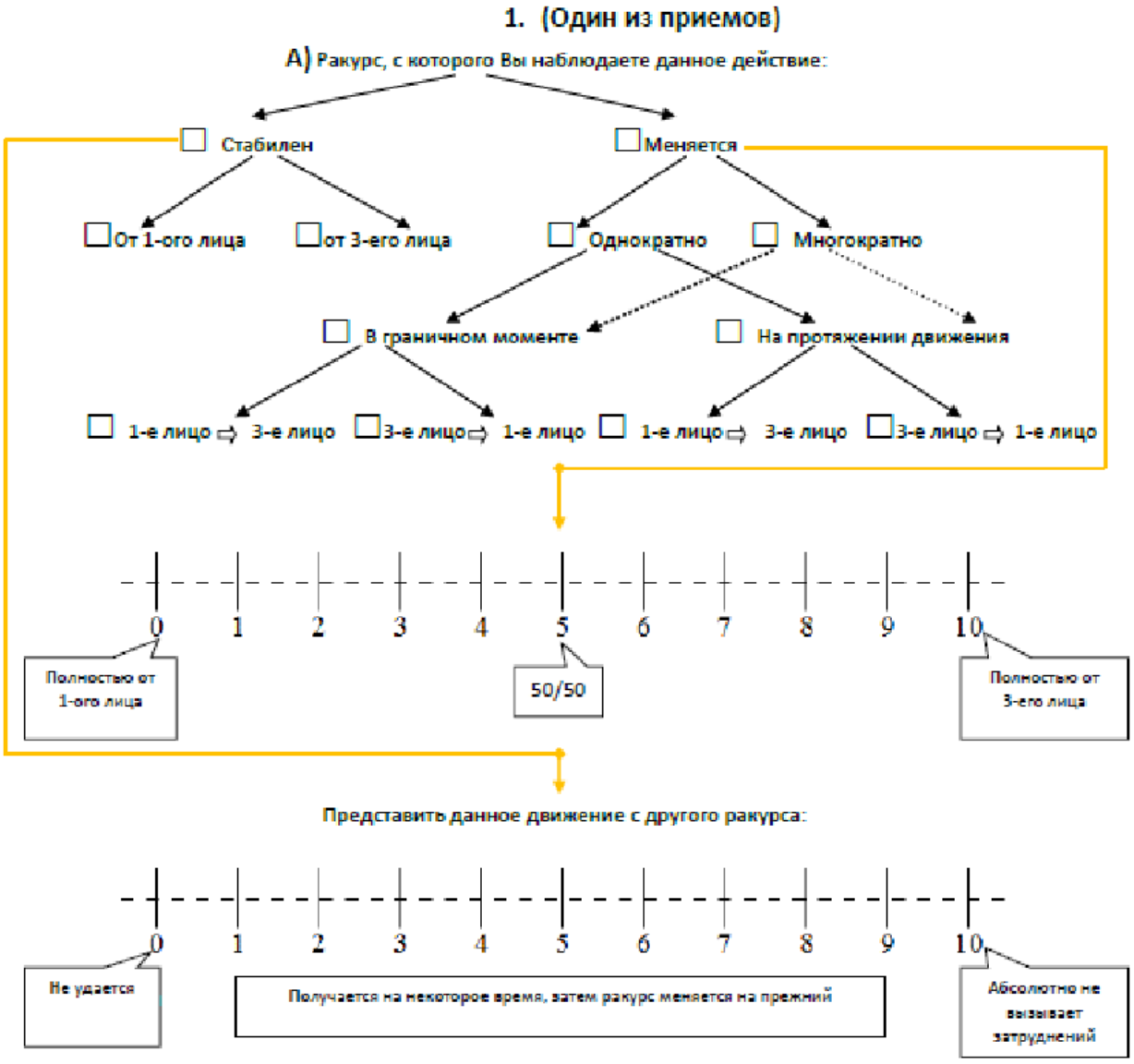
9) Борец слева выполняет прием:
А) **Бросок наклоном захватом руки и зацепом ноги снаружи.**
В) Бросок наклоном захватом за две ноги (проход в ноги)
С) Перевод нырком.

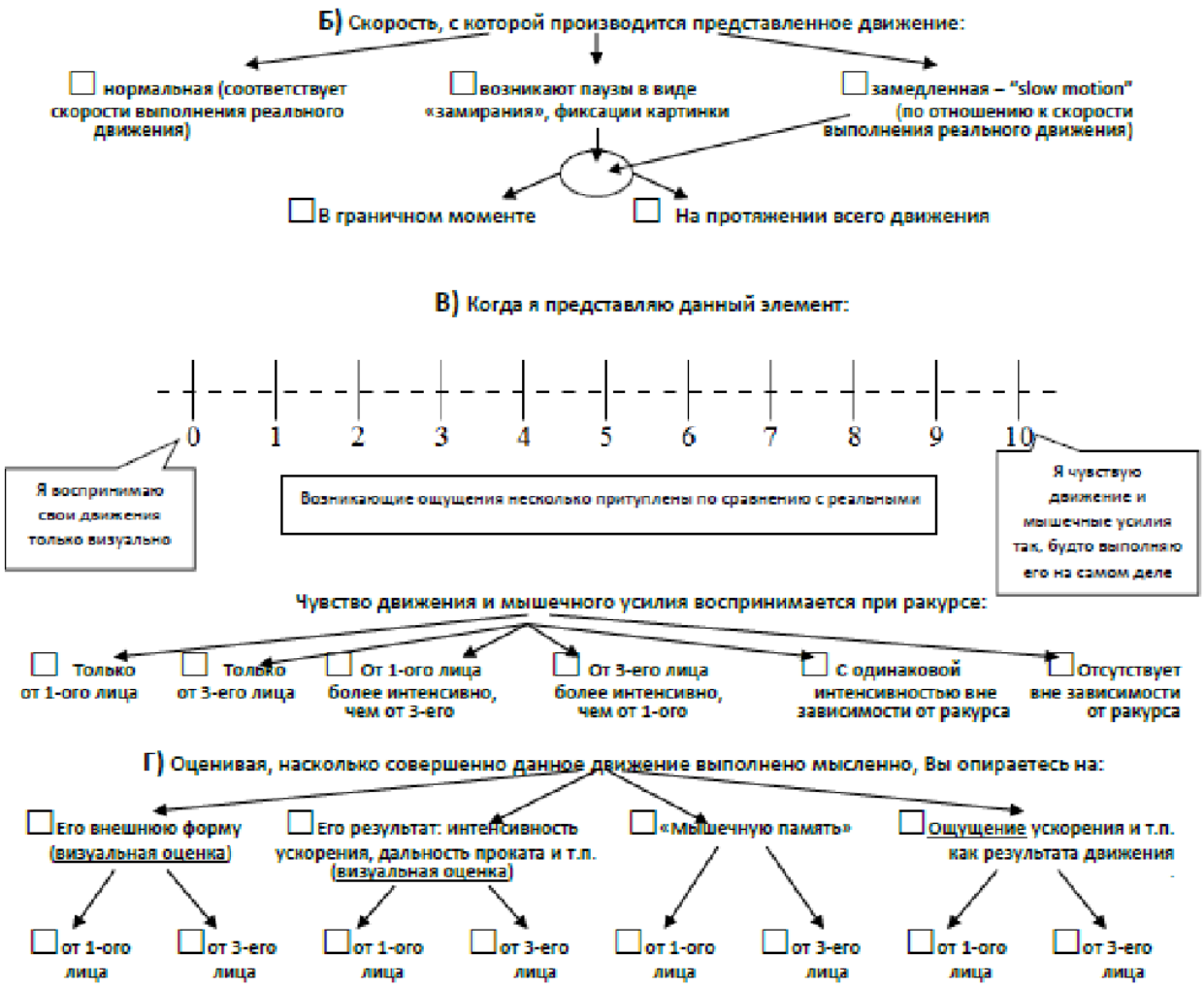
10)Какой выполнит прием борец слева?
А) Бросок подворотом захватом за руку («кочерга», «Спина»)
В) Перевод рывком захватом за руку.
С) **Сваливание сбиванием захватом за ногу (боковой проход в ногу)**

11) Борец атакует соперника справа:
А) **Перевод нырком захватом за ногу**
В) Бросок поворотом захватом руки и разноименной ноги (мельница).
С) Броском подворотом захватом руки и головы (бросок через бедро)

Приложение 6. Образец опросного блока для выявления особенностей мысленных образов у единоборцев

Образец опросного блока, использованного для выявления особенностей МО




Б) Скорость, с которой производится представленное движение:
нормальная (соответствует скорости выполнения реального движения)
возникают паузы в виде «замирания», фиксации картинки
замедленная – "slow motion" (по отношению к скорости выполнения реального движения)
В граничном моменте
На протяжении всего движения
В) Когда я представляю данный элемент:
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Я воспринимаю свои движения только визуально
Возникающие ощущения несколько притуплены по сравнению с реальными
Я чувствую движение и мышечные усилия так, будто выполняю его на самом деле
Чувство движения и мышечного усилия воспринимается при ракурсе:
Только от 1-ого лица
Только от 3-его лица
От 1-ого лица более интенсивно, чем от 3-его
От 3-его лица более интенсивно, чем от 1-ого
С одинаковой интенсивностью вне зависимости от ракурса
Отсутствует вне зависимости от ракурса
Г) Оценивая, насколько совершенно данное движение выполнено мысленно, Вы опираетесь на:
Его внешнюю форму (визуальная оценка)
Его результат: интенсивность ускорения, дальность проката и т.п. (визуальная оценка)
«Мышечную память»
Ощущение ускорения и т.п. как результата движения
от 1-ого лица
от 3-его лица
от 1-ого лица
от 3-его лица
от 1-ого лица
от 3-его лица
от 1-ого лица
от 3-его лица

Приложение 7. Описание выборки испытуемых в эксперименте по изучению репрезентативных образов в вольной борьбе

№	Возраст	Стаж	от 1го лица		от 3го лица		Вид единоборств
			верно	ошибки	верно	ошибки	
1	24	1 год	9	2			вольная борьба
2	19	1 год	9	2	9	2	вольная борьба
3	19	1 год	8	3	8	3	вольная борьба
4	20	3 года	9	2			вольная борьба
5	19	4 года	8	3	9	2	вольная борьба
6	27	7 лет			6	5	вольная борьба
7	19	3 года	9	2	9	2	вольная борьба
8	22	7 лет			6	5	вольная борьба
9	22	6 лет (1 разряд)	9	2	10	1	вольная борьба
10	30	1 год	4	7	4	7	самбо
11	22	5 лет	6	5	8	3	самбо
12	24	10 лет (дзюдо, кмс)			5	6	самбо
13	28	1 год	6	5	5	6	самбо
14	20	12 лет (борьба)	11	0			самбо
15	20	1 год	8	3	4	7	самбо
16	20	2 мес (5 лет назад тоже занимался)	7	4	7	4	самбо
17	19	2 года	9	2	6	5	самбо
18	27	3 года	9	2	4	7	самбо
19					8	3	самбо
ср.знач.			8±1.7	3±1.7	7±2	4±2	

Приложение 8. Примерные ответы испытуемых на опросный блок в эксперименте по изучению особенностей мысленных образов у борцов вольного стиля и самбистов

	ПРЕДСТАВЛЯЕМЫЙ ПРИЕМ				
№	**БРОСОК ЧЕРЕЗ БЕДРО**	**МЕЛЬНИЦА**	**НЫРОК**	**ПЕРЕВОД**	**ПРОХОД В НОГИ**
1					
2	Ракурс стабилен от 3го лица на всем протяжении. Сложно представить от 1го лица, если нужно. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его внешнюю форму (визуальную оценку) от 1го лица. При представлении движения полностью воспринимает визуально (мышечные ощущения отсутствуют). Чувство движения и мышечного усилия от 3го лица.	Ракурс меняется однократно на протяжении представления от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его внешнюю форму (визуальную оценку) от 1го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Немного сложно представить от 3го лица, если нужно. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 3го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его внешнюю форму (визуальную оценку) от 1го лица. При представлении движения в большей степени воспринимает движения визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.

Продолжение приложения 8

3	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении представления. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 3го лица. При представлении движения в большей степени (7 из 10) чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс меняется однократно на протяжении движения от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс стабилен от 3го лица на всем протяжении. Легко может представить от 3го лица, если нужно. Скорость – паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения воспринимает движения визуально. Чувство движения и мышечного усилия отсутствуют все зависимости от ракурса.	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Скорость – Ракурс стабилен от 3го лица на всем протяжении. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 1го лица. При представлении движения в большей степени (7 из 10) чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 1го лица к 3му. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.
4					
5	Ракурс меняется однократно на протяжении представления от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю (визуальную) форму от 3го лица. При представлении движения в большей степени (7 из 10) чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия присутствует только от 1го лица.	Ракурс меняется однократно на протяжении представления от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю (визуальную) форму от 3го лица. При представлении движения в большей степени (7 из 10) чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия отсутствует вне зависимости от ракурса.	Ракурс меняется однократно на протяжении представления от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю (визуальную) форму от 3го лица. При представлении движения в большей степени (9 из 10) чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия отсутствует вне зависимости от ракурса.	Ракурс меняется однократно на протяжении представления от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю (визуальную) форму от 3го лица. При представлении движения в большей степени (7 из 10) чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс меняется однократно на протяжении представления от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю (визуальную) форму от 3го лица. При представлении движения в большей степени (8 из 10) чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.

Продолжение приложения 8

6	Ракурс меняется многократно на протяжении движения от 1го лица к 3му. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица. При представлении движения воспринимает движения только визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица. При представлении движения воспринимает движения только визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 1го лица к 3му. Скорость – паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица. При представлении движения воспринимает движения только визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс меняется многократно на протяжении движения от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 1го лица. При представлении движения воспринимает движения только визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Скорость – паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица. При представлении движения воспринимает движения только визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.
7	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Легко может представить от 3го лица, если нужно. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 3го лица. При представлении движения в большей степени (7 из 10) чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняю его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс меняется однократно на протяжении представления от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс стабилен от 3го лица на всем протяжении. Сложно представить с другого ракурса. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его внешнюю форму (визуальную оценку) от 3го лица. При представлении движения в большей степени воспринимает движения визуально. Чувство движения и мышечного усилия отсутствует вне зависимости от ракурса.	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Легко может представить от 3го лица, если нужно. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его внешнюю форму (визуальную оценку) от 1го лица. При представлении движения в большей степени (7 из 10) чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс меняется однократно на протяжении представления от 1го лица к 3му. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.

Продолжение приложения 8

8	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Легко может представить от 3го лица, если нужно. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на мышечную память от 1го лица. При представлении движения чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняю его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия воспринимается только при ракурсе от 1го лица.	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Легко может представить от 3го лица, если нужно. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на мышечную память от 1го лица. При представлении движения чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняю его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия воспринимается с одинаковой интенсивностью вне зависимости от ракурса.	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Довольно сложно представить от 3го лица. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на ощущения от 1го лица. При представлении движения воспринимает свои движения только визуально. Чувство движения и мышечного усилия воспринимается только при ракурсе от 1го лица	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на мышечную память от 1го лица. При представлении движения чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняю его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия воспринимается с одинаковой интенсивностью вне зависимости от ракурса.	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Легко может представить от 3го лица, если нужно. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на мышечную память от 1го лица. При представлении движения чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняю его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия воспринимается с одинаковой интенсивностью вне зависимости от ракурса.
9	Ракурс меняется однократно на протяжении представления от 1го лица к 3му. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на мышечную память от 1го лиц. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении представления. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на мышечную память от 1го лиц. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс стабилен от 1го лица на всем протяжении. Легко может представить от 3го лица, если нужно. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на мышечную память от 1го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 1го лица к 3му. Скорость – замедленная - "slow motion" (по отношению к скорости выполнения реального движения) на протяжении всего движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на мышечную память от 1го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 1го лица к 3му. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на мышечную память от 1го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.

Продолжение приложения 8

10					
11	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения в большей степени (9 из 10) чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс меняется однократно на протяжении движения от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения в большей степени воспринимает движения визуально. Чувство движения и мышечного усилия от 3го лица более интенсивно, чем от 1го.	Ракурс стабилен от 3го лица на всем протяжении. Сложно представить от 3го лица, если нужно. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения воспринимает движения визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 3го лица.	Ракурс стабилен от 3го лица на всем протяжении. Сложно представить от 3го лица, если нужно. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения воспринимает движения визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 3го лица.	Ракурс меняется многократно на протяжении движения от 3го лица к 1му. Скорость – замедленная - "slow motion" (по отношению к скорости выполнения реального движения) в граничном моменте. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения в большей степени (8 из 10) чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.
12	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица. При представлении движения в большей степени воспринимает движения визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.				
13	Ракурс стабилен от 1го лица к 3му. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица.	Ракурс стабилен от 1го лица к 3му. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица.			

Продолжение приложения 8

14	Ракурс стабилен от 1го лица. Легко представить от 3го лица. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица.	Ракурс стабилен от 1го лица. Легко представить от 3го лица. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия от 3го лица более интенсивно, чем от 1го.	Ракурс стабилен от 1го лица. Легко представить от 3го лица. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия от 3го лица более интенсивно, чем от 1го.	Ракурс стабилен от 1го лица. Легко представить от 3го лица. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия от 3го лица более интенсивно, чем от 1го.	Ракурс стабилен от 1го лица. Легко представить от 3го лица. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения чувствует движение и мышечные усилия так, будто выполняет его на самом деле. Чувство движения и мышечного усилия от 3го лица более интенсивно, чем от 1го.
15					
16	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 1го лица к 3му.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на внешнюю форму (визуальная оценка) от 3го лица. При представлении движения воспринимает движения в большей степени визуально. Чувство движения и мышечного усилия от 3го лица более интенсивно, чем от 1го.		Ракурс стабилен от 3го лица. Сложно представить от 1го лица.	Ракурс стабилен от 1го лица. Может представить от 3го лица.

Продолжение приложения 8

17	Ракурс меняется многократно в граничном моменте от 1го лица к 3му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 1го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс стабилен от 1го лица. Легко представить от 3го лица. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 3го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 3го лица к 1му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 3го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 3го лица к 1му. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 3го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 3го лица к 1му. Скорость – замедленная - "slow motion" (по отношению к скорости выполнения реального движения) на протяжении движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на его результат от 3го лица. При представлении движения нет приоритетов представления (визуальная стратегия или мышечная). Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.
18	Ракурс стабилен от 1го лица. Легко представить от 3го лица. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на ощущения от 1го лица. При представлении движения в большей степени воспринимаются визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс стабилен от 1го лица. Легко представить от 3го лица. Скорость – соответствует реальному выполнению движения. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на ощущения от 1го лица. При представлении движения в большей степени воспринимаются визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 3го лица к 1му. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на результат и ощущения от 3го лица. При представлении движения в большей степени воспринимаются визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс меняется однократно в граничном моменте от 1го лица к 3му. Скорость – возникают паузы в отдельных моментах в виде замирания и фиксации картинки. При оценке эффективности при мысленном представлении опирается на ощущения от 1го лица. При представлении движения в большей степени воспринимаются визуально. Чувство движения и мышечного усилия только от 1го лица более интенсивно, чем от 3го.	Ракурс стабилен от 1го лица.

Приложение 9. Результаты статистического анализа (критерий U Манна-Уитни) для межгруппового сравнения между группой гандболистов и контрольной группой в эксперименте по апробации технологии VR-гандбол

Показатель	Группа	По всем пробам (M±SD)	U, p	ES	Простая (easy) (M±SD)	U, p	ES	Средняя (medium) (M±SD)	U, p	ES	Сложная (hard) (M±SD)	U, p	ES
Общий результат (%)	Г	**0,88±0,01**	**350, < .001**	0.788	**0.89±0.09**	**25.0, 0.002**	0.722	**0.92±0.07**	**3.00, < .001**	0.95	**0.84±0.12**	**21.0, 0.028**	0.635
	К	**0.65±0.18**			**0.64±0.21**			**0.60±0.17**			**0.71±0.13**		
Поймано желтых (%)	Г	**0.87±0.11**	**312, < .001**	0.811	**0.88±0.11**	**39.0, 0.017**	0.567	**0.91±0.08**	**9.00, 0.001**	0.849	**0.84±0.12**	**15.0, 0.012**	0.739
	К	**0.59±0.19**			**0.67±0.22**			**0.57±0.22**			**0.67±0.12**		
Пропущено желтых (%)	Г	**0.13±0.11**	**312, < .001**	0.811	**0.12±0.11**	**39.0, 0.017**	0.567	**0.09±0.08**	**9.00, 0.001**	0.849	**0.16±0.12**	**15.0, 0.012**	0.739
	К	**0.41±0.19**			**0.33±0.22**			**0.43±0.22**			**0.33±0.12**		
Поймано красных (ложных) (%)	Г	**0.05±0.13**	**1309, 0.015**	0.207	**0.06±0.14**	**37.0, 0.003**	0.589	**0.00±0.00**	**34.00, 0.006**	0.429	0.09±0.16	57.0, 1.000	0.009
	К	**0.13±0.24**			**0.43±0.33**			**0.15±0.20**			0.20±0.45		
Пропущено красных (ложных) (%)	Г	**0.94±0.18**	**717, < .001**	0.566	**0.94±0.14**	**25.0, < .001**	0.722	**1.00±0.00**	**34.00, 0.006**	0.429	0.87±0.25	54.5, 0.851	0.052
	К	**0.55±0.45**			**0.46±0.34**			**0.85±0.20**			0.80±0.45		
Время реакции левой руки	Г	**280.19±32.63**	**1151, 0.005**	0.302	298.02±29.37	89.0, 0.982	0.011	276.00±30.59	36.00, 0.147	0.395	267.76±31.07	47.0, 0.560	0.183
	К	**267.59±25.05**			301.42±38.96			260.77±20.26			263.05±9.20		

Продолжение приложения 9

Время реакции правой руки	Г	**280.77±34.07**	**1206, 0.013**	0.269	302.92±30.77	83.0, 0.764	0.078	278.42±25.76	51.00, 0.619	0.143	263.25±32.25	45.0, 0.483	0.217
	К	**270.29±32.28**			309.24±49.45			283.18±19.75			279.18±36.71		
Время реакции на желтые мячи	Г	**282.37±27.48**	**1205, 0.013**	0.270	301.53±19.71	86.0, 0.871	0.044	278.47±26.38	54.00, 0.757	0.092	268.59±25.29	48.0, 0.600	0.165
	К	**274.99±28.66**			312.83±47.31			274.32±17.03			276.19±19.21		
Время реакции на красные мячи	Г	**265.43±62.95**	**815, < .001**	0.506	**298.29±44.98**	**46.0, 0.039**	0.489	270.61±43.26	43.00, 0.318	0.277	233.01±73.62	50.0, 0.675	0.13
	К	**164.5±119.66**			**231.43±95.33**			240.57±55.23			243.80±57.52		

Приложение 10. Информация о состоянии здоровья пациентов, особенностях и сроках ранений в исследовании по адаптации спортивных виртуальных сред в качестве терапевтических средств для реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий

	Возраст	Дата эксперимента	Месяцев между ранением и исследованием	Костыли	Фантомные боли	Контузия	Особенности и описание	Отнесен к группе
1	32	14.03.2025	5	Каждый день	Сейчас нет	Нет	Ампутирована правая стопа	Группа 3
2	49	14.03.2025	4	Нет	Есть, сейчас нет		Ампутирована левая нога ниже колена	Группа 2
3	26	14.03.2025	3	Каждый день	Есть, сейчас есть	Есть, сейчас нет	Ампутирована правая нога	Группа 1
4	44	14.03.2025	6	Ходит без них		Есть, звон постоянно	В основном правая сторона плечо, нога и боковые органы	Группа 3
5	44	14.03.2025	2			Звон в ушах бывает	Травма головы, рак головного мозга в левом полушарии	Группа 3
6	47	14.03.2025	4	Каждый день	Есть, сейчас нет	Есть, сейчас звон в ушах	Ампутирована правая нога ниже икры	Группа 1
7	34	14.03.2025	3	Каждый день		Нет	Обе ноги ранило, сейчас правой не двигает, левой двигает	Группа 3
8	43	14.03.2025	6			Нет	Ранение позвоночника посередине, других ранений не было	Группа 3
9	38	07.03.2025	1			Была, звона нет	Ранение левого голеностопа, ходит	Группа 3

Продолжение приложения 10

10	29	01.04.2024	30.12.2024	07.03.2025	2	Каждый день	Есть, сейчас нет	Нет	Ампутирована левая нога по икру	Группа 2
11	39	01.01.2023	15.11.2024	07.03.2025	4	Не ходит			Правая нога повреждена и левая рука, рукой двигает, нога в гипсе	Группа 3
12	25	02.09.2024	14.10.2024	07.03.2025	4	Не ходит	Есть, сейчас нет	Есть сейчас постоянный шум в ушах	Ампутирована левая нога по икру	Группа 2
13	43	22.10.2022	25.12.2024	07.03.2025	2			Периодическ и, сейчас нет	Были ранены правая рука, локоть плечо и ягодицы сейчас зажило, локоть не до конца разгибается	Группа 1
14	51	27.04.2024	25.06.2024	07.03.2025	8	Не ходит	Есть, сейчас нет	Шум в ушах иногда есть, сейчас нет	Ампутирована правая нога по икру, левая нога тоже повреждена	Группа 1
15	54	20.06.2023	17.05.2024	07.03.2025	9	Каждый день		Нет	Ранена голень левой ноги	Группа 3
16	20	01.10.2024	16.12.2024	07.03.2025	3	Ходит с ними		Была, сейчас нет	Без костылей может ходить пару метров с болью, осколки в правой ноге	Группа 3
17	49	03.07.2024	10.01.2025	07.03.2025	2	Ходит		Были 2, сейчас звона в ушах нет	Перебита кость осколком	Группа 3
18	35	26.10.2022	03.01.2025	07.03.2025	2	Каждый день	Были, сейчас нет	Была, сейчас нет звона в ушах	Ампутирована правая ниже колена	Группа 1
19	23	11.10.2022	20.10.2024	07.03.2025	4	3 раза в неделю	Нет	Была, звона в ушах нет	Ампутирована левая нога по икру	Группа 2
20	32	27.07.2023	27.07.2024	07.03.2025	7	Каждый день	Есть, сейчас немного	Были, звона в ушах нет	Ампутация левой ноги ниже колена	Группа 2

Продолжение приложения 10

21	51	20.10.2023	13.09.2024	07.03.2025	6	Каждый день	Нет	Звон в ушах из-за остеохондроза	Правая нога ниже колена	Группа 1
22	41	14.03.2023	30.06.2024	28.02.2025	8	Не ходит из-за руки	Есть, сейчас нет	Были, звона в ушах нет	Ампутирована левая нога ниже колена, левое плечо и рука до конца не поднимается	Группа 2
23	29	09.08.2023	19.05.2024	28.02.2025	9	2 раза в день	Неприятные ощущения, не боли	Нет	Ампутирована левая нога по ягодицы, ранение левой руки и туловища	Группа 2
24	30	06.09.2024	05.10.2024	28.02.2025	4		Есть, сейчас есть		Только левая нога ампутирована	Группа 2
27	40	01.09.2022	11.01.2024	28.02.2025	13	Без костылей			Справа не работает голеностоп, слева кусок кости в голени выбит, обе ноги травма	Группа 3
28	40	04.10.2022	30.12.2024	28.02.2025	2	Не ходит	Есть, сейчас есть покалывания		Ампутация правой ноги по икру, осколок попал в висок, его достали в 2024 г.	Группа 1
29	36	10.10.2022	26.12.2024	28.02.2025	2		Есть, сейчас есть	Была, сейчас есть звон в ушах	Ампутация левой ноги до икры, правая повреждена но зажила, ходит с протезом месяц, протез коленный не индивидуальный	Группа 2
30	41	18.09.2024	10.10.2024	28.02.2025	4	Не ходит, прыгает	Нет	Нет	Ампутация левой ноги выше колена, пуля под плечом	Группа 2
31	22	15.10.2022	17.12.2024	28.02.2025	3	Каждый день	Нет		Ампутирована половина стопы левой ноги	Группа 2

Продолжение приложения 10

32	33	01.10.2023	27.07.2024	28.02.2025	7	На ходунках ходит	Бывают, сейчас нет	Травмы головы были, контузия была	Ампутированы обе ноги по ягодицы, ранение руки и живота	Группа 3
33	35	14.10.2022	30.11.2024	28.02.2025	3		Есть, сейчас есть	Была, звон в ушах сейчас есть	Ампутация правой ноги выше колена	Группа 1
34	35	23.09.2022	18.07.2024	28.02.2025	7	Каждый день	Нет	Была, иногда бывают звуки, сейчас нет	Ампутация левой ноги ниже икры, ранены обе ноги	Группа 2
35	41	25.10.2022	20.05.2024	21.02.2025	9			Была, звона нет	Ампутация части руки и пальцев, кроме большого и указательного	Группа 3
36	29	05.04.2024	20.04.2024	21.02.2025	10	2 месяца как начал ходить каждый день			Сзади по всему телу ноги и руки	Группа 3
37	51	05.03.2024	18.05.2024	21.02.2025	9	Не ходит			Пробит череп, плохо двигаются руки и ноги	Группа 3
38	40	06.06.2023	14.06.2024	21.02.2025	8	Каждый день	Нет	Нет	Ампутация правой ноги по игру, рука осколок выше кисти,	Группа 1
39	31	06.09.2024	28.10.2024	14.02.2025	3			Нет	Перелом бедра, ходит 2 недели	Группа 3
40	36	27.11.2023	03.11.2024	14.02.2025	3	Не ходит, прыгает			1 ранение, контузия, сотрясений более 15 за все время, осколочное ранение левой голени	Группа 3
41	23	15.06.2024	29.09.2024	14.02.2025	4			2 контузии было	Ранение обеих ног, на правую не может наступать	Группа 3

Продолжение приложения 10

42	22	01.10.2023	29.09.2024	14.02.2025	4	Каждый день	Были, прошли	Была, сейчас нет	Ампутация стопы	Группа 3
43	35	04.12.2023	26.07.2024	20.12.2024	5	Каждый день	Были первый месяц, сейчас нет	Нет	Ампутация левой ноги по икру	Группа 2
44	54	01.01.2024	14.04.2024	20.12.2024	8	Не ходит, ходунки 3–4 раза в день	Не было	Нет	Ампутация правой ноги по икру	Группа 1
45	22	01.02.2024	27.08.2024	20.12.2024	4	Каждый день	Слабые, почти нет	Нет	Ампутация левой ноги до икры	Группа 2
46	25	01.09.2023	30.08.2024	01.12.2024	3			Есть, звон есть	Левая рука ранена	Группа 3
48	27	01.05.2024	30.06.2024	01.12.2024	6		Нет		Ампутация правой ноги по середину икры. Пользуется 4 дня коленным протезом	Группа 1
49	49	19.06.2023	17.09.2024	01.12.2024	2	Каждый день	Есть на 3 из 10	Были	Ампутация левой ноги ниже колена	Группа 2
50	31	01.02.2022	27.09.2024	01.12.2024	2	Каждый день	Нет	Нет	Ранение в правую ногу, ампутация левой ноги по колено	Группа 2
51	26	17.03.2024	17.08.2024	01.12.2024	3	Каждый день	Есть не сильные на 1 из 10	Были, сейчас есть несильный звон	Ампутация правой ноги по бедро, на гражданке 3 года назад отрезали пальцы на правой руке	Группа 1
52	36	01.05.2024	01.09.2024	01.12.2024	3			Нет	Левая нога ранена, не двигается	Группа 2

Продолжение приложения 10

53	41	13.10.2023	13.07.2024	13.12.2024	5	Каждый день	Были, сейчас нет	Была	Нет левой ноги ниже колена, нет чувствительности пальцев руки, был перебит нерв	Группа 2
54	30	01.02.2024	20.08.2024	13.12.2024	4	Каждый день	Редко бывают не сильные раз в день, сейчас нет	Есть, шум есть сейчас	Ампутация левой ноги ниже колена, правый локоть, левая кисть были ранены	Группа 2
55	42	01.01.2023	29.03.2024				Есть	Нет	Нет двух ног ниже колен, поврежден живот	Группа 3
56	38	01.05.2024	24.09.2024				Есть	Была	Ампутация левой ноги по бедро	Группа 2

Приложение 11. Результаты дисперсионного анализа ANOVA и непараметрического теста Краскела — Уоллиса времени реакции по четырем группам для каждой из трех серий в исследовании по адаптации спортивных виртуальных сред в качестве терапевтических средств для реабилитации, ресоциализации и реадаптации участников боевых действий

Серия	**Виртуальная дистанция, м**	**Сектор**	**ЛА (n = 12)**		**ПА (n = 20)**		**БА (n = 22)**		**ГК (n = 36)**		**ANOVA**			**Тест Краскела — Уоллиса**			
			Mean, сек	SD	Mean, сек	SD	Mean, сек	SD	Mean, сек	SD	F	p	Post Hoc (ptukey)	χ^2	p	ε^2	Post Hoc (DSCF)
1	9	Центр	0,36	0,083	0,46	0,331	0,45	0,278	0,33	0,050	2,78	0,059		7,58	0,055	0,04	
	18	Центр	0,38	0,067	0,45	0,193	0,47	0,255	0,34	0,062	4,45	0,010*	БА vs ГК p = 0,008	16,8	< 0,001**	0,186	ЛА vs ГК p = 0,029 ПА vs ГК p = 0,022 БА vs ГК p = 0,004
2	9	Центр	0,29	0,023	0,31	0,022	0,31	0,028	0,30	0,024	3,07	0,039*	ЛА vs БА p = 0,048	8,91	0,030*	0,099	-
	18	Центр	0,35	0,050	0,36	0,033	0,38	0,072	0,32	0,038	6,35	0,001**	БА vs ГК p<0,001	13,0	0,005**	0,144	ПА vs ГК p = 0,031 БА vs ГК p = 0,017
3	9	Лево	0,36	0,033	0,35	0,033	0,36	0,029	0,34	0,026	3,68	0,021*	ЛА vs ГК p = 0,05 БА vs ГК p = 0,05	10,4	0,015*	0,117	ЛА vs ГК p = 0,05 БА vs ГК p = 0,05
		Право	0,34	0,03	0,36	0,033	0,36	0,023	0,34	0,031	1,63	0,20		5,08	0,166	0,057	-

Продолжение приложения 11

	18	**Лево**	**0,43**	**0,061**	**0,42**	**0,04**	**0,44**	**0,035**	**0,38**	**0,035**	**14,4**	**< 0,001** **	**ЛА vs ГК p < 0,001 ПА vs ГК p = 0,012 БА vs ГК p <0 ,001**	**10,4**	**0,015***	**0,117**	**ЛА vs ГК p = 0 ,003 ПА vs ГК p = 0,011 БА vs ГК p < 0,001**
		Право	0,42	0,054	0,44	0,046	0,44	0,047	0,38	0,035	14,3	< 0,00 1**	ЛА vs ГК p = 0,004 ПА vs ГК p <0,001 БА vs ГК p <0 ,001	31,5	<0 ,001 **	0,354	ЛА vs ГК p = 0,011 ПА vs ГК p <0 ,003 БА vs ГК p < 0,001

Примечание. ЛА — ампутация левой ноги, ПА — ампутация правой ноги, БА — боевые ранения, но без ампутации, ГК — контрольная группа здоровая. DSCF — попарные сравнения по методу Двасса — Стилла — Критчлоу — Флигнера.

* p более 0,05, ** p более 0,01.