



Министерство спорта и туризма Республики Беларусь



Белорусский государственный университет физической культуры  
Центр координации научно-методической и инновационной деятельности  
Информационно-аналитический отдел



**Цикл научно-практических мероприятий  
«СОВРЕМЕННЫЕ СПОРТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПОДГОТОВКЕ ОЛИМПИЙСКОГО РЕЗЕРВА  
И СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ»**

**Возможности и перспективы использования  
современных тренажерных комплексов  
в системе подготовки спортсменов в дзюдо,  
легкой атлетике, плавании, лыжных гонках,  
конькобежном спорте, хоккее с шайбой**

Научно-практический семинар

26.04.2021

Минск



## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

*Использование кинезиотерапевтического комплекса «Экзарта» для оптимизации спортивной подготовки атлетов ..... 3*

**Агафонова Маргарита Евгеньевна**, начальник информационно-аналитического отдела БГУФК, доцент кафедры спортивной медицины БГУФК, кандидат биологических наук

*Перспективы использования тренажеров, направленных на развитие когнитивных способностей в спорте ..... 7*

**Разуванов Владимир Михайлович**, ведущий специалист информационно-аналитического отдела, старший преподаватель кафедры менеджмента туризма и гостеприимства, ИМСиТ БГУФК

*Тренажер BlazePod в подготовке спортсменов ..... 17*

**Ермалович Олег Ольгертович, Сосульников Владимир Викторович**, ведущие специалисты информационно-аналитического отдела, методисты центра «Высшая школа тренеров» БГУФК

*Следующий шаг в направлении совершенствования тренировочного процесса в велоспорте ..... 21*

**Быков Дмитрий Юрьевич**, ведущий специалист информационно-аналитического отдела БГУФК

*Научно-методические основы тренажерной подготовки спортсменов-единоборцев ..... 24*

**Харькова Виктория Александровна**, заведующий кафедрой боевых единоборств и специальной подготовки, ведущий специалист Центра координации научно-методической и инновационной деятельности, кандидат педагогических наук

*Виртуальная реальность в спортивной подготовке, приобретение навыков и свободное применение: литературный обзор ..... 31*

**Оливер П.Л. Фарли, Кирстен Спенсер, Ливви Будине**

*Virtual Reality in Sports Coaching, Skill Acquisition and Application to Surfing: A Review*

**Oliver R.L. Farley, Kirsten Spencer, Livvie Baudinet**

## Использование кинезиотерапевтического комплекса «Экзарта» для оптимизации спортивной подготовки атлетов

|| **Агафонова М.Е.**, начальник информационно-аналитического отдела БГУФК, доцент кафедры спортивной медицины БГУФК, кандидат биологических наук

Актуальность использования эффективных немедикаментозных средств определяется необходимостью разработки новых путей оптимизации тренировочного процесса спортсменов как в олимпийских, так и военно-прикладных и служебных видах спорта для повышения результативности соревновательной деятельности на международной спортивной арене. Одним из путей оптимизации спортивной подготовки и повышения результативности соревновательной деятельности белорусских атлетов является использование кинезиотерапевтического комплекса «Экзарта» с целью выявления факторов лимитирования функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата спортсмена, а также для комплексного лечения боли и эффективной реабилитации при спортивных травмах [1–4].

**Кинезиотерапевтический комплекс «Экзарта»** – медицинское кинезиотерапевтическое оборудование, состоящее из регулируемой по высоте трехсекционной кушетки и рамной подвесной системы (свободно стоящей или фиксируемой к потолку) с набором передвижных устройств, фиксаторов, траверсов, тросов (жестких и эластичных) и подвесок. Имеет действующую регистрацию Минздрава Российской Федерации и Республики Беларусь (рисунок 1).



Рисунок 1 – Кинезиотерапевтический комплекс «Экзарта»

**Комплекс «Экзарта»** предназначен для оценки функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата и формирования правильных двигательных стереотипов с использованием методик ЭКЗАРТА.

**Методика ЭКЗАРТА** создана для качественной и количественной оценки уровня нейромышечного контроля опорно-двигательного аппарата спортсмена с использованием подвесных систем при помощи пятиуровневой системы тестирования опорно-двигательного аппарата и его нервно-мышечная активация посредством выполнения комплекса упражнений на кинезитерапевтическом комплексе «Экзарта» для восстановления и/или формирования оптимального двигательного стереотипа.

**Принципами методики ЭКЗАРТА** являются следующие положения [3]:

1. Определение функций как поверхностных мышц, так и комплекса локальных мышц при помощи тестов по определению уровня локального моторного контроля (J. Key, 2010) и выявление «слабых звеньев» – наиболее выраженных дисфункций в биомеханических системах миофасциальных «линий» (T. Myers, 1997).

2. По выраженности нарушений в системе локальной стабилизации или конкретных миофасциальных лентах с использованием батареи тестов можно дифференцированно определить ключевое звено лимитирования физической работоспособности данного спортсмена.

3. На основании полученных индивидуальных данных тестирования определяется тактика коррекции выявленных первичных и вторичных дисфункций нейромышечного аппарата.

4. Тестирование миофасциальных лент на подвесных системах имеет пять уровней сложности. Третий уровень сложности могут выполнять люди, не имеющие нарушений опорно-двигательного аппарата (норма).

5. Правая и левая стороны тела тестируются отдельно для сравнения результатов и выявления асимметрии.

6. Каждый тест должен начинаться с самого легкого уровня сложности, при выполнении его переходят на следующий уровень.

7. При невыполнении упражнения на данном уровне фиксируют результат и переходят к тестированию другой стороны.

8. Если спортсмен в состоянии выполнить упражнения только на первом или втором уровнях, данное обстоятельство определяется как слабое звено и свидетельствует о нарушении биомеханических систем.

9. При выполнении тестов моторного контроля также фиксируется качество выполнения теста и время удержания позиции (не менее 120 с).

10. Наиболее важными областями для реализации спортивного движения являются пояснично-тазовый комплекс, нижние и верхние конечности. Дефицит функциональной стабилизации, слабые звенья этих областей должны быть выявлены в первую очередь.

11. Наиболее часто проблемы со стороны нижних конечностей затрагивают среднюю ягодичную мышцу, со стороны верхних конечностей – переднюю зубчатую мышцу (C. Kolby, 2007).

**Достоверно известна эффективность методики нейромышечной активации для восстановления и повышения функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата.** Механизм нейромышечной активации заключается в активации системы глубоких (локальных) мышц с последующей активацией поверхностных мышц. Такие функциональные изменения обеспечивают формирование кинематически верного движения и восстановление оптимального двигательного стереотипа.

Проведение тестирования при помощи кинезиотерапевтического комплекса «Экзарта» с использованием методик ЭКЗАРТА позволит специалисту реализовать следующие **задачи**:

- своевременно выявить функциональные отклонения в опорно-двигательном аппарате спортсмена;
- разработать индивидуальные программы лечебно-профилактической коррекции и тренировок для устранения мышечного дисбаланса, формирования правильного двигательного навыка и нового двигательного стереотипа;
- оценить результативность тренировочного процесса и эффективность программы реабилитации.

Использование кинезиотерапевтического комплекса «Экзарта» с использованием методик ЭКЗАРТА для нейромышечной активации имеет ряд значительных преимуществ:

1. Снижен риск повторной травматизации вследствие устранения мышечного сопротивления под влиянием гравитации.
2. Безболезненное выполнение упражнений многократно повышает эффективность тренировочной программы.
3. Многоуровневая система тестирования функционального состояния опорно-двигательного аппарата обеспечивает возможность создания и реализации индивидуальной программы лечебно-профилактических мероприятий и тренировок в трех плоскостях (3D-тренировка).
4. Система подвесных устройств (нестабильная опора) позволяет комплексно оценить опорно-двигательный аппарат спортсмена и подобрать индивидуальный уровень сложности тестирования и выполнения тренировочных упражнений, а также снизить до минимума физические усилия специалиста для проведения тестирования и реализации программы тренировок.
5. Возможность пассивного выполнения упражнения позволяет специалисту правильно позиционировать тело спортсмена и регулировать степень компрессии (сжатия) и тракции (вытяжения) соразмерно потребностям и без активного участия пациента в случае с травмами нервной системы (рисунок 2).



Рисунок 2 – Выполнение упражнений пассивно

6. Спортсмен может самостоятельно, но под контролем специалиста выполнять упражнения при условии сохранения кинематически правильного движения во время индивидуальных и групповых тренировок (рисунок 3).



Рисунок 3 – Выполнение упражнений самостоятельно

## Источники

1. Батуева А. Э. Саногенетические аспекты использования подвесной системы «Экзарта» в восстановлении пациентов с заболеваниями позвоночника и крупных суставов / А. Э. Батуева // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 3. – С. 42.
2. Истомин, А. Г. Модифицирование спортивных подвесных систем для использования в реабилитационном процессе / А. Г. Истомин, Е. В. Луценко // Международный неврологический журнал. Травма. – 2016. – Т. 17. – № 2. – С. 6–9.
3. Диагностика нейромышечной системы спортсмена с использованием подвесных систем: метод. рекомендации / З. Г. Орджоникидзе [и др.]. – М., 2015. – С. 23.
4. Нейромышечная активация с применением подвесных систем в реабилитации пациентов / Е. Е. Солодянкин [и др.] // Международные обзоры: Клиническая практика и здоровье. – 2014. – № 5. – С. 54–59.

## Перспективы использования тренажеров, направленных на развитие когнитивных способностей в спорте

|| **Разуванов В.М.**, ведущий специалист информационно-аналитического отдела, старший преподаватель кафедры менеджмента туризма и гостеприимства, ИМСиТ БГУФК

Когда речь заходит о спортивных тренажерах, то в сознании не только обывателя, но и специалиста в области спорта, в первую очередь возникает образ массивных металлических устройств – силовых тренажеров также на ум приходят многочисленные беговые дорожки, эллипсоиды, гребные, велотренажеры – лишь немногие вспомнят об устройствах, развивающих ловкость, и совершенно маловероятно, что в этом ряду будут упомянуты устройства, направленные на развитие когнитивных способностей.

Между тем нам представляется, что когнитивная, интеллектуальная составляющая спортивной тренировки на сегодняшний день является наименее изученной и, как следствие, наиболее перспективной, обладающей высоким потенциалом, в особенности в видах спорта, требующих существенного вовлечения когнитивной, интеллектуальной составляющей (игры, единоборства, сложнокоординационные виды и др.).

Тренировка когнитивных способностей в спорте, как правило, направлена на развитие таких навыков как избирательное внимание, способность к быстрому принятию решений в условиях множественного выбора, сохранение концентрации и др. При этом, речь, как правило идет о специфичных для определенного вида спорта задачах (перемещение соперников в командных видах спорта, реакция на движущийся снаряд и т. д.).

Сегодня на рынке представлено множество тренажеров, направленных на развитие когнитивных способностей, однако не вполне ясно, насколько маркетинговые заявления производителей соответствуют научным данным. Кроме того неизвестно, в какой степени использование данных устройств может привести к повышению спортивной производительности.

В данном материале приведен обзор исследований, оценивающих эффективность использования устройств, направленных на развитие когнитивных способностей и возможностей их положительного тренировочного воздействия на спортивную результативность.

За последние 10 лет когнитивная тренировка (также известная как тренировка мозга, тренировка восприятия, тренировка внимания, тренировка умственных способностей) стала популярной, с одной стороны, как направление научных исследований, с другой стороны – как серьезный коммерческий продукт. По оценкам экспертов, общий объем рынка когнитивного обучения и оценки когнитивных способностей вырастет с 3,2 млрд долларов США в 2020 году до 11,4 млрд долларов США к 2025 году [1].

На рынке наиболее распространены устройства, которые позволяют пользователю загрузить приложение или войти на веб-сайт и начать обучение – для их использования не требуется инструкций или специальных знаний, они,

как правило, могут запускаться на мобильном телефоне или персональном компьютере. Такого рода устройства весьма привлекательны для использования в спортивной тренировке, поскольку, как утверждается, они улучшают ряд потенциально полезных когнитивных навыков, включая внимание, скорость обработки информации, скорость принятия решений, решение различного рода задач, включая пространственные, логические и др.

В данном материале будет сделан акцент на общесистемной когнитивной тренировке, которая направлена на развитие основных функций, применимых к множеству задач. Ее следует отличать от контекстно-зависимой когнитивной тренировки, такой как тренировка перцептивно-когнитивных способностей с использованием специфических средств, нацеленной на когнитивно-специфичное задание (например, предсказание направления подачи в теннисе).

Научное обоснование когнитивной тренировки в значительной степени проистекает из концепции «нейропластиичности», которая утверждает, что мозг, как и скелетные мышцы, может изменяться и адаптироваться к решению определенных проблем и задач, и что целенаправленное развитие определенной области мозга вызывает устойчивые анатомо-физиологические изменения. Подобная адаптация, наблюдаемая по данным исследований как у молодых, так и пожилых испытуемых, может способствовать широкому спектру преимуществ, включая память, внимание, скорость обработки данных, подвижность интеллекта, решение проблем, способность к обучению [3], что, безусловно, может быть с успехом использовано и в спортивной деятельности.

В научной литературе имеется множество исследований, посвященных оценке эффективности различных тренировочных систем, направленных на развитие когнитивных способностей, при этом многие из них далеко не в полной мере удовлетворяют требованиям научности. Однако практически все разработчики утверждают о наличии «надежных научных данных», подтверждающих эффективность той или иной тренажерной системы.

Наиболее полное исследование, посвященное анализу исследовательских данных относительно эффективности и научной валидности систем когнитивной тренировки, представленных в настоящее время на рынке, была проведена группой исследователей из Эксетерского университета [4]. Исследователи руководствовались пятью ключевыми критериями доказательств эффективности того или иного тренажера:

1. Продемонстрировал ли тренинг перенос результатов обучения на иные задачи, которые измеряют ту же когнитивную функцию, что и тренинг?
2. Способствовала ли тренировка переносу навыков на решение актуальных практических задач?
3. Было ли обучение оценено с использованием активной контрольной группы, члены которой имеют те же ожидания в отношении преимуществ обучения, что и члены экспериментальной группы?
4. Как долго сохранялись полученные когнитивные навыки?
5. Были ли воспроизведены предполагаемые преимущества обучения иными исследовательскими группами, помимо тех, которые представляют продукт на рынке [4]?

Как правило, когнитивная тренировка применяется в следующих контекстах: 1) компенсаторный – для преодоления или обхода когнитивных дисфункций [5]; 2) восстановительный – восстановить утраченные когнитивные функции; 3) аддитивный – для усиления или развития существующих когнитивных функций [6]. Отметим, что спортивные приложения когнитивных тренажеров, как правило, относятся к третьему виду.

К сожалению, в настоящее время коммерческие устройства мало тестируются на спортсменах или иных группах населения без ограничения по здоровью, но в значительной степени изучаются на пожилых людях и группах с ослабленным здоровьем, где устройство направлено на преодоление дефицита когнитивной функции. Таким образом, большинство существующих исследований относятся к компенсаторным или восстановительным, а не к аддитивным, эргогенным. Этот факт вполне объясним, учитывая колossalный размер мирового рынка профилактики и лечения когнитивных расстройств у пожилых людей и относительно небольшой рынок спорта.

Достижению высоких результатов в спорте способствуют различные когнитивные способности. Среди наиболее важных следует выделить избирательное внимание, разделенное внимание и рабочую память [7], особенно когда они проявляются в стрессовых условиях соревновательной деятельности [7]. Результаты недавних исследований демонстрируют, что тренировка этих функций может эффективно переноситься в спортивную сферу. Так, относительно недавние исследования продемонстрировали, что тренировка избирательного внимания, нацеленного на функцию торможения рабочей памяти, улучшила выполнение специальных задач у волейболистов, а также теннисистов-любителей. Аналогичные результаты были получены в отношении перцептивно-когнитивной тренировки, направленной на совершенствование принятия решений и навыков предвидения в игровых ситуациях. Обычно для подобных целей используется видеодемонстрация (в натуральную величину), воспроизводящая ключевые ситуации из профессиональной среды, позволяя обучаемым развивать когнитивные функции, необходимые в реальном мире [9]. В качестве альтернативы используется оригинальный метод тренировки на основе видеозаписи движений глаз – «Quiet Eye Training». Суть метода состоит в использовании моделей движений глаз профессионалов при обучении менее квалифицированных спортсменов. Данный подход показал существенные преимущества в перцептивно-моторных, а также перцептивно-когнитивных задачах [9]. Следовательно, имеются убедительные доказательства повышения спортивных результатов с помощью методов, направленных на развитие когнитивных функций. Фундаментальный вопрос заключается в том, могут ли эти преимущества также быть достигнуты с помощью устройств, предназначенных для тренировки общих когнитивных способностей, а не способностей восприятия или внимания, специфичных для конкретной спортивной задачи?

При проведении обзора был проведен электронный поиск в базах данных PubMed, PsycInfo, GoogleScholar и SPORTDiscus на предмет исследований, касающихся устройств для когнитивной тренировки. Дополнительным

источником информации были исследовательские разделы веб-сайтов компаний – разработчиков устройств для когнитивной тренировки.

Таким образом, были выбраны семь тренажерных систем: Cogmed, Lumosity, BrainHQ (Insight and Brain Fitness) от компании Posit Science, Cognifit, Neurotracker, Nintendo Big Brain Academy и Brain Age, а также Dynavision.

## 1. Cogmed

Cogmed – это программный комплекс, включающий различные зрительно-пространственные и вербальные задачи, которые систематически тренируют и тестируют объем рабочей памяти в течение 5–10-недельного периода обучения. Упражнения выполняются на компьютере или планшете, при этом выбор, дизайн упражнений, их состав, их распределение по расписанию, а также общий накопленный объем, по утверждению разработчиков, играют важную роль в достижении результатов, поэтому когнитивные нейробиологи и психологи объединили все эти аспекты в автоматизированную программу. Тренировки отслеживаются в режиме онлайн и могут быть просмотрены пользователем, а также отслеживаются и анализируются тренером. Протокол обучения индивидуализирован алгоритмом, который представляет задачи в чередующемся расписании и адаптируется к уровню возможностей пользователя в режиме реального времени. Постоянная нагрузка на рабочую память на пределе возможностей обеспечивает необходимые нейропластические изменения.

Было выявлено, что Cogmed обладает самой обширной базой исследований, соответствующих представленным критериям. Некоторые из них привели хорошие доказательства повышения результативности в задачах на рабочую память. Были представлены некоторые данные, демонстрирующие улучшения в смежных областях, таких как управляющая функция [11]. Объективным показателем эффективности системы Cogmed было обнаружение изменения толщины коркового слоя в результате тренировок [13]. В целом имеются хорошие доказательства в пользу эффективности системы обучения Cogmed, хотя надежных данных о распространении наблюдаемых улучшений в рабочей памяти на задачи, характерные для занятий спортом, обнаружено не было.

## 2. Lumosity

Lumosity – это онлайн-программа, включающая в себя набор игр, направленных на повышение объема рабочей памяти, концентрацию внимания, гибкость мышления, скорость обработки информации, решение проблем. Программа отслеживает прогресс занимающихся, помогает осуществлять тренировки систематически на научной основе, по утверждению разработчиков, Lumosity адаптируется к уникальным сильным и слабым сторонам занимающихся [14].

Lumosity тестировалась как на группах лиц с ограничениями по здоровью, так и на здоровых популяциях, более релевантных для спорта. В частности, крупное исследование с 4715 участниками в возрасте от 18 до 80 лет продемонстрировало преимущества системы Lumosity для оперативного

воздействия на ряд когнитивных функций, таких как скорость обработки информации, рабочую память и управляющую функцию [15]. Долговременные улучшения были обнаружены в отношении двигательных навыков у пациентов с рассеянным склерозом [15]. Хотя описанные положительные эффекты Lumosity релевантны спортивным задачам (скорость, рабочая память и др.), четких доказательств того, что обучение на основе Lumosity может быть перенесено на задачи, выходящие за пределы лабораторных тестов на сегодняшний день, недостаточно.

### **3. Posit Science BrainHQ**

Система BrainHQ от компании Posit Science включает 29 видов онлайн-упражнений, направленных на развитие внимания, скорости обработки информации, оперативной памяти, пространственного интеллекта, навыков навигации и др. По утверждению разработчиков, персонализированный тренажер, разработанный психологами и нейрофизиологами, осуществляет мониторинг когнитивной производительности обучающихся и предлагает выполнять тренировочные программы, индивидуально подобранные для конкретного пользователя [17].

Во всех исследованиях, отвечающих критериям отбора, сообщалось о положительных эффектах обучения с использованием BrainHQ. Было обнаружено улучшение скорости обработки информации, рабочей памяти, кратковременной памяти. Тесты на положительный перенос были ограничены самоотчетами без выполнения реальных задач, относящихся к спорту. В нескольких исследованиях использовались активные меры контроля, а положительные результаты были воспроизведены независимыми исследователями [18]. В целом исследования подтвердили эффекты, близкие к положительному переносу для компенсаторных / восстановительных тренировок, но не доказали наличие аддитивных, развивающих эффектов, необходимых для использования в целях спортивной тренировки.

### **4. CogniFit**

CogniFit предлагает онлайн-программы для точного измерения и стимуляции когнитивных способностей, включая валидированные тесты для оценки 23 видов когнитивных способностей, в том числе: зрительное восприятие, визуальное сканирование, распределенное внимание, зрительно-моторную координацию, когнитивную гибкость, пространственное мышление, рабочую память и др. В программе используются профессиональные инструменты выявления когнитивных нарушений посредством нейропсихологического тестирования, кроме того, осуществляется мониторинг динамики когнитивных способностей [19].

Было выявлено четыре исследования, которые непосредственно оценивали обучение при помощи CogniFit [20]. В трех из четырех исследований были обнаружены доказательства эффективности системы при переносе когнитивных навыков, также наблюдалось несколько нулевых эффектов. К сожалению, не было теста на сохранение приобретенных когнитивных функций, кроме того, все

исследования проводились учеными, непосредственно связанными с Cognifit. В целом доказательств эффективности системы в отношении задач, характерных для спорта, обнаружено не было.

## 5. NeuroTrackerX

Как утверждает компания-разработчик системы NeuroTrackerX, при ее постоянном использовании на протяжении всего 6 минут в день будет существенно повышена умственная работоспособность, широта мышления, стрессоустойчивость. Данная программа тренирует основные функции мозга, делая акцент на исполнительной функции, периферийном зрении, обработке визуальной информации, рабочей памяти, решении логических задач [21].

Строгим критериям отбора соответствовали лишь четыре исследования NeurotrackerX, хотя на веб-сайте компании приведены и иные научные работы, указывающие на то, что занятия с использованием NeurotrackerX коррелируют со спортивными достижениями [22, 23], качеством вождения автомобиля [24], эффективностью деятельности хирургов [25]. Исследовательская база Neurotracker несколько отличается от исследовательской базы Cogmed, Lumosity и Posit Science, которые сосредоточены почти исключительно на эффектах оперативного переноса навыков – лишь два исследования Neurotracker тестируют эффекты оперативного переноса. Так, были обнаружены улучшения в отношении устойчивости внимания, торможения и рабочей памяти после тренировки, кроме того, было выявлено, что тренировочные эффекты сопровождаются изменениями функции мозга в состоянии покоя, в первую очередь, снижением тета-, альфа- и дельта-диапазонов ЭЭГ в лобной коре уже после 10 тренировок [26]. Значительно больше доказательств приведено в пользу эффекта отдаленного переноса, также обращает на себя внимание более широкая исследовательская база на выборках молодого здорового населения по сравнению с другими системами когнитивной тренировки.

Наиболее актуальным для текущих целей является исследование [27], в процессе которого были выявлены значительные улучшения (по оценкам тренеров) в точности паса после тренировки с нейротрекером, однако при ведении мяча и бросках улучшения не носили существенного характера. Эффекты переноса были обнаружены при восприятии движения футбольного мяча, при этом изменения нервной активности были зафиксированы инструментально – при помощи ЭЭГ. В целом доказательств эффективности долгосрочной эффективности системы, в том числе в области решения спортивных задач значительно больше, нежели в отношении иных тренировочных систем. Таким образом, перспективы использования NeuroTrackerX в спорте наиболее многообещающие. Тем не менее, доказательства оперативного переноса навыков менее выражены, нежели у иных систем когнитивной тренировки, кроме того, исследования, по большей части, проводились специалистами, непосредственно связанными с данной компанией на относительно небольших выборках, что ставит под сомнение достоверность полученных данных.

## 6. Nintendo's Brain Age

Brain Age является продуктом знаменитой игровой компании Nintendo и включает в себя множество задач и головоломок, в том числе тесты Струпа, математические вопросы, головоломки судоку, разработанные для поддержания активности определенных зон головного мозга. Brain Age в качестве пользовательского интерфейса использует сенсорный экран и микрофон [28].

Четыре исследования, включенные в обзор, оценивали Nintendo's Brain Age, неоднозначно в отношении эффектов переноса когнитивных навыков. Два исследования, проведенные исследователями Nintendo, показали, что исполнительные функции, скорость обработки информации и рабочая память улучшаются после тренировки, при этом внешние исследователи не обнаружили никакой пользы для экспериментальной группы в сравнении с контрольной. Также нулевые эффекты наблюдались по большинству параметров шкалы интеллекта Векслера [29]. Таким образом, надежных доказательств ни оперативного, ни отдаленного эффекта программного продукта Brain Age не обнаружено, доказательств положительного переноса когнитивных навыков в область спорта также не имеется.

## 7. Dynavision D2™

Dynavision D2™ по заявлению производителя – ведущий продукт на рынке когнитивных тренажеров, устройство, которое направлено на повышение таких важных моторно-когнитивных качеств как глазодвигательная координация, периферическое зрение, обработка мозгом сенсорной информации, что обеспечивает повышение производительности, быстрое восстановление, общее повышение эффективности работы мозга. D2™ используется спортивными тренировочными центрами, спортивными командами, вооруженными силами, больницами и реабилитационными центрами в США и некоторых других странах. Спортсмены, спортивные тренеры, терапевты, физиотерапевты, функциональные неврологи, врачи и ученые рекомендуют Dynavision D2™ и признают его огромную ценность для любой тренировочной среды [30].

Несмотря на громкие заявления фирмы-производителя, была обнаружена лишь одна научная публикация, в которой излагаются результаты проведенного независимыми исследователями эксперимента, в котором использовалась обучающая программа Dynavision. В настоящее время мало доказательств развития когнитивных функций, на которые напрямую направлен Dynavision, поскольку в одной из статей содержится предположение об улучшении скорости обработки информации и не используются другие когнитивные метрики, поэтому нет свидетельств оперативной эффективности данного устройства, однако имеются первичные доказательства отставленного эффекта. Так, было обнаружено, что 10 участников, перенесших инсульт (после чего их навыки вождения автомобиля были признаны небезопасными) значительно улучшили качество вождения после занятий на данной тренажере [31]. К сожалению, в данном исследовании не было активной контрольной группы и не оценивалось время сохранения достигнутых улучшений. В целом доказательная база для этого устройства слабая, так как даже близкий перенос по отношению к другим

когнитивным задачам не изучался. Также не было никаких тестов по определению эффективности данного устройства для спортивных занятий.

## Резюме

Основная предпосылка использования когнитивных тренажеров заключается в том, что тренировка основных когнитивных способностей может быть успешно перенесена на другие задачи, в другую среду, в том числе такую специфичную, как спорт. Таким образом, несмотря на наличие убедительных доказательств наличия эффектов близкого переноса в отношении многих тренажерных систем, этого недостаточно, чтобы сделать вывод об общей эффективности того или иного устройства. В рамках компенсаторных и восстановительных исследований имелись ограниченные доказательства эффектов переноса, далеко выходящих за пределы тренированных задач, однако зачастую выводы делались не инструментально – на основе самооценки, а также без привлечения активных контрольных групп. Что касается специфичных спортивных задач, рассмотренные доказательства мало указывают на то, что когнитивные тренажеры могут с успехом использоваться в спортивной сфере. Однако это не говорит о том, что использование универсальных когнитивных тренажеров в спорте является принципиально малоэффективным, скорее следует говорить о недостаточном количестве экспериментальных исследований в данной области. Неудовлетворительное качество оцененных исследований также не означает, что положительные эффекты следует полностью исключить.

Основываясь на результатах обзора, результаты, относящиеся к Cogmed, Lumosity, Cognifit и Posit Science, можно сгруппировать вместе из-за схожести методов обучения и характера опубликованных данных. На этих устройствах используются онлайн-игры или игры на основе приложений, которые имитируют традиционные когнитивные задачи. Их доказательная база в отношении эффектов близкого переноса довольно сильна, и эти устройства, вероятно, улучшают рабочую память, скорость обработки информации, управляющие функции и внимание при выполнении лабораторных задач, однако исследований эффектов дальнего переноса, равно как и сохранения приобретенных навыков было проведено очень мало.

В отличие от описанных тренажерных систем, Neurotracker предоставил вариант тренировки, который был целевым образом направлен на развитие спортивных навыков. По сравнению с другими устройствами, прямого тестирования эффектов, близкого переноса когнитивных навыков было относительно мало, но полученные результаты являются более многообещающими в отношении переноса на реальные задачи, включая спортивные. Однако необходимы дальнейшие исследования, чтобы выяснить, зависят ли положительные эффекты от постоянного использования тренажера, или результаты могут быть достигнуты с помощью одиночного вмешательства. Обучение на основе использования Dynavision продемонстрировало эффективность в отношении способностей к вождению автомобиля, что по существу весьма близко к решению спортивных двигательных задач, однако доказательная база в этом отношении является относительно слабой.

Следовательно, хотя эти результаты, безусловно, заслуживают дальнейшего рассмотрения, однозначных выводов об эффективности применения универсальных когнитивных тренажерных систем в спорте пока сделать нельзя, поскольку описанные исследования страдают серьезными методологическими проблемами. Таким образом, использование любого из рассмотренных устройств в целях спортивной тренировки будет скорее основано на вере в принципы общности данной предметной области и нейропластичности, а не на каких-либо убедительных доказательствах наличия эффектов переноса.

Представляется, что дальнейшая работа в этой области должна быть сосредоточена на устройствах, которые являются наиболее перспективными в контексте спортивной деятельности, а именно на устройствах с перцептивно-когнитивным элементом, более отвечающими требованиям спорта. Требуются дополнительные исследования на выборках, сформированных из спортсменов различного уровня при переносе когнитивных тестов на более репрезентативные задачи. Также следует учитывать методологические проблемы, которые преобладают в этой области, в первую очередь – выборочную отчетность по тестам и результатам с преимущественно подтверждающими, положительными эффектами, для чего предварительная регистрация исследований должна быть обязательной. Использование адекватных активных контрольных групп также должно стать методологической нормой, иначе объективное сравнение тренировочных эффектов едва ли возможно. Использование инструментальных высокотехнологичных средств диагностики мозга также может повысить надежность данных.

## Источники

1. Cognitive Assessment and Training Market [Electronic resource] :Markets and Markets™ Strategic Insights / Minsk, 2021. – Mode of Access: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/cognitive-assessment-market-1039.html> – Date of Access: 05.04.2021
2. Neuroplasticity: changes in grey matter induced by training / B.Draganski [et al.] // Nature – 2004. – № 427. – P. 311–312.
3. Simons, D. J. Do “brain-training” programs work? / D. J. Simons [et al.] // Psychol. Sci. Public Interest – 2016. – № 17. – P. 103–186.
4. A systematic review of commercial cognitive training devices: implications for use in sport / David J. Harris [et al.] // Frontiers in psychology – 2018. – № 9. – P. 709.
5. Do programs designed to train working memory, other executive functions, and attention benefit children with ADHD? A meta-analytic review of cognitive, academic, and behavioral outcomes / M. D. Rapport [et al.] // Clin. Psychol. Rev. – 2013. – № 33. – P. 1237–1252/
6. Training perceptual-cognitive skills: can sport psychology research inform military decision training? / P. Ward [et al.] // Mil. Psychol. – 2008. – № 20. – P. 71–102.
7. Furley, P. A. The role of working memory in sport / P. A. Furley, D. Memmert // Int. Rev. Sport Exerc. Psychol. – 2010. – № 3. – P. 171–194.
8. Eysenck, M. W. Sporting performance, pressure and cognition: introducing attentional control theory: sport / M. W. Eysenck, M. R. Wilson // An Introduction to Applied Cognitive Psychology – 2015. – № 1. – P. 329–350.
9. Perceptual-cognitive skill training and its transfer to expert performance in the field: Future research directions / D. P. Broadbent [et al.] // Eur. J. Sport Sci. – 2015. – № 3. – P. 322–331.
10. Quiet eye training: The acquisition, refinement and resilient performance of targeting skills / S. J. Vine [et al.] // Eur. J. Sport Sci. – 2014. – № 14. – P. 235–242.

11. Cogmed [Electronic resource] : Scientific founder Torkel Klingberg, Stockholm, Sweden. Minsk, 2021. – Mode of Access: <https://www.cogmed.com> – Date of Access: 05.04.2021.
12. Computerized training of working memory for patients with acquired brain injury / L. Hellgren [et al.] // Open J. Ther. Rehabil. – 2015. – № 3. – P. 46–55.
13. Task complexity and location specific changes of cortical thickness in executive and salience networks after working memory training / C. Metzler-Baddeley [et al.] // Neuroimage. – 2016. – № 130. – P. 48–62.
14. Lumosity brain training [Electronic resource] : Lumos Labs. Minsk, 2021. – Mode of Access: <https://www.lumosity.com/en/> – Date of Access: 05.04.2021
15. Enhancing cognitive abilities with comprehensive training: a large, online, randomized, active-controlled trial / J. L. Hardy [et al.] // PLoS ONE – 2015 – № 10. – P. 134–467.
16. Brain training with non-action video games enhances aspects of cognition in older adults: a randomized controlled trial / S. Ballesteros [et al.] // Front. Aging Neurosci. – 2014. – № 6. – P. 277.
17. BrainHQ Exercises [Electronic resource] : BrainHQ. San Francisco, USA. Minsk, 2021. – Mode of Access: <https://www.brainhq.com/why-brainhq/about-the-brainhq-exercises/> – Date of Access: 05.04.2021.
18. Neural plastic effects of cognitive training on aging brain / N. T. Leung [et al.] // Neural Plast. – 2015. – № 3. – P. 535–618.
19. Нейропсихологические тесты и программы стимуляции когнитивных функций [Электронный ресурс] : CogniFit. – Минск, 2021. – Режим доступа: <https://www.cognifit.com/ru> – Дата доступа: 05.04.2021.
20. Computer-based, personalized cognitive training versus classical computer games: a randomized double-blind prospective trial of cognitive stimulation/ C. Peretz [et al.] // Neuroepidemiology – 2011. – № 36. – P. 91–99.
21. NeuroTrackerX heightens athletic performance [Electronic resource] / Cognitive technology NeuroTrackerX/ Montreal, Canada. Minsk, 2021. – Mode of Access: <https://www.neurotrackerx.com> – Date of Access: 05.04.2021.
22. Faubert, J. Professional athletes have extraordinary skills for rapidly learning complex and neutral dynamic visual scenes. / J. Faubert // Scientific Reports. – 2013. – № 3. – P. 11–54.
23. Visual tracking speed is related to basketball-specific measures of performance in NBA Players / G. T. Mangine [et al.] // J. Strength Cond. Res. – 2014. – № 28. – P. 2406–2414.
24. Driving simulator scenarios and measures to faithfully evaluate risky driving behavior: a comparative study of different driver age groups / J. Michaels [et al.] // PLoS ONE – 2017. – № 12. – P. 185–909.
25. Can multiple object tracking predict laparoscopic surgical skills? / S. Harenberg [et al.] // J. Surg. Educ. – 2016. – № 73. – P. 386–390.
26. Parsons, B. Enhancing cognitive function using perceptual-cognitive training / B. Parsons // Clin. EEG Neurosci. – 2016. – № 47. – P. 37–47.
27. 3D-Multiple Object Tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players / T. Romeas [et al.] // Psychol. Sport Exerc. – 2016. – № 22. – P. 1–9.
28. Nintendo games [Electronic resource] : Nintendo Co., Ltd. Redmond, Washington, USA. Minsk, 2021. – Mode of Access: <https://www.nintendo.com/games/detail/brain-age-train-your-brain-in-minutes-a-day-wii-u/> – Date of Access: 05.04.2021.
29. Use it or Lose it? Wii brain exercise practice and reading for domain knowledge. / P. L. Ackerman [et al.] // Psychol. Aging – 2010. – № 25. – P. 753–766.
30. Time Tested Cognitive Performance Enhancement Device – The D2™ [Electronic resource] / Dynavision™. Cincinnati, USA. Minsk, 2021. – Mode of Access: <https://www.dynavisioninternational.com> / – Date of Access: 05.04.2021.
31. Klavora, P. The effects of Dynavision rehabilitation on behind-the-wheel driving ability and selected psychomotor abilities of persons after stroke / P. Klavora [et al.] // Am. J. Occup. Ther. – 1995. – № 49. – P. 534–542.

## Тренажер BlazePod в подготовке спортсменов

|| Ермалович О.О., Сосульников В.В., ведущие специалисты информационно-аналитического отдела, методисты центра «Высшая школа тренеров» БГУФК

Время реакции визуального выбора – один из важных показателей при изучении скорости получения, обработки координированной реакции периферических движений. Спортсменам необходимо отличное зрение, чтобы хорошо выступать в видах спорта, и многие спортсмены обратились к программам тренировки зрения как к способу дополнить свой традиционный режим тренировок.

Растущая практика «тренировки спортивного зрения» основана на представлении о том, что тренировка зрительного восприятия, когнитивных или глазодвигательных функций может улучшить способность обрабатывать увиденное и реагировать на него, тем самым улучшая спортивные результаты, например, создать конкурентное преимущество на игровом поле.

Например, для проведения таких функциональных тренировок можно использовать тренажер BlazePod. Тренажер BlazePod представляет собой набор из 6, 12, 24 сенсорных светодиодных датчиков, прочных и защищенных от брызг (IP65) и ультрафиолета, без кнопок или движущихся частей. Они могут работать 12 часов от одной зарядки и настраиваться на 8 различных цветов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Технические характеристики тренажера BlazePod

Для BlazePod разработана система упражнений Flash Reflex Training, с помощью которой можно совершенствовать скорость принятия решений, точность движений и координационную выносливость. Тренажер может использоваться для тренировочного процесса в следующих видах спорта:

футбол, баскетбол, хоккей, боевые искусства, фитнес, соревнования по ОФП, автогонки, волейбол, теннис, гандбол, скалолазание, а также для реабилитации (рисунок 2).



Рисунок 2 – Применение BlazePod для тренировок в футболе

Принцип работы тренажера достаточно прост. Сначала выбирают из системы Flash Reflex Training одно из более 100 упражнений в мобильном приложении BlazePod для смартфона. Далее через беспроводную портативную систему Bluetooth Low Energy включается свет и датчики с заранее запрограммированными упражнениями. Таким образом можно проходить различные учебные модули, составлять индивидуальные программы тренировок и измерять эффективность выполнения упражнений с точностью до миллисекунды. Портативная система хранения датчиков позволяет легко транспортировать тренажер для использования в различных условиях тренировочных занятий. Предусмотрена возможность крепления датчиков на любую поверхность с помощью набора функциональных адаптеров для крепления на стену, стекло, стойки, штанги, ворота, мешки и другие снаряды.

Режимы работы тренажера можно регулировать. Приложение BlazePod включает несколько десятков встроенных упражнений и 5 режимов создания собственных упражнений:

1. «Случайный режим». Датчики в каждой группе загораются в случайном порядке. Настраивается количество групп, игроков, время упражнения и задержка между сигналами.

2. «Все одновременно». Датчики в каждой группе загораются одновременно, задача «погасить» все за минимальное время, или максимальное количество за данное время.

3. «Возврат на базу». Один из датчиков назначается «базовым», остальные угловыми. Спортсмен должен «погасить» угловой датчик и вернуться к базовому. Настраивается задержка каждого типа датчика, количество игроков, цвета датчиков, время упражнения.

4. «Фокус». В этом режиме нужно реагировать на разрешенные цвета и не реагировать на запрещенные. Настраиваются цвета, задержки, общее время или количество сигналов.

5. «Последовательность». В этом режиме вы задаете последовательность, в которой будут загораться датчики.

С помощью системы Flash Reflex Training BlazePod можно построить или усовершенствовать упражнения на координацию, скорость, реакцию, технику, точность, способность быстро принимать решения. Можно подбирать упражнения, режимы, интенсивность и количество участников (игроков). Для создания индивидуальных программ тренировок необходимо учитывать некоторые принципы для формирования упражнений:

1. BlazePod может заменить сигналы тренера (таблички, называние цветов, жесты, команды для смены направления движения и др.). У тренера появляется возможность непрерывно наблюдать за спортсменами и комментировать выполнение упражнения, не отвлекаясь на создание сигналов.

2. С помощью BlazePod можно проводить тесты, например, на реакцию выбора, или использовать как таймер в челночном беге, замеряя точное время каждого касания.

3. Для любой спортивной активности можно создать когнитивную нагрузку, поручив спортсмену реагировать на BlazePod (например, называть цвет, работая на лапах, или выбирать путь в зависимости от цвета, атаковать определенный цвет).

4. Добавив BlazePod в любое упражнение, можно разнообразить тренировки и поднять мотивацию спортсменов.

Например, в футболе тренажер BlazePod можно использовать для оценки уровня развития и совершенствования маневренности у юных футболистов:

А. «Быстрые ноги» – высокоинтенсивное упражнение для ног:

1. Положите перед игроком 4 BlazePod.

2. Выберите случайный режим, 4 игрока на 1 станцию (по 1 датчику на игрока), установите время 1.5 секунды, выберите двум игрокам зеленый цвет, двум игрокам красный. Установите задержку между датчиками в 0,5 секунды.

3. Во время упражнения игрок должен сделать короткий мах/подшаг в сторону «зеленых» датчиков.

Модификации упражнения:

1. Можно менять задержку и расстояние между датчиками под разные уровни подготовленности.

2. Можно настроить несколько станций, чтобы упражнение делали несколько игроков одновременно.

3. Вместо 4 игроков можно сделать 4 станции, задать каждому игроку красный и зеленый цвета, тогда на каждом шаге теста соотношение красных и зеленых датчиков будет случайным.

В. Тест на реакцию (вратари)

1. Положите перед двумя вратарями/игроками 4 или 6 датчиков.

2. Выберите случайный режим с 2 игроками и 1 станцией.

3. Выберите режим BlazePod «все вместе», переключение по таймеру, задержка 5 секунд, 4 цвета.

4. Задача вратаря: желтый цвет – коснуться конуса слева, зеленый – конус справа, синий – кувырок, красный – принять удар.

В этом упражнении группа игроков может выполнять одно упражнение, каждый вратарь находится в равных условиях, а тренеру не нужно давать сигналы руками, и он может выполнять другую задачу.

Модификации упражнения:

1. Можно использовать больше или меньше цветов, менять реакцию на цвета.

2. Работать могут не вратари, а игроки, тогда реакцией может быть «обвод конуса», «пас в щиток» и т. п.

3. BlazePod можно расположить за спиной игрока на шесте, чтобы тренировать «пространственную осведомленность».

При оценке эффективности использования устройства BlazePod для совершенствования маневренности у юных футболистов установлено, что при выполнении 3 упражнений на реактивную ловкость (реактивная ловкость с боковым перемещением, реактивная ловкость на 1 м и реактивная ловкость на 3 м) с интервалом не менее 72 часов и выполнении стандартной межсезонной программы подготовки футбольной команды, маневренности и реактивной маневренности, при помощи устройства BlazePod можно точно измерять показатель реактивной ловкости и совершенствовать маневренность спортсменов, что дополнительно подтверждается субъективным восприятием тренером показателей ловкости спортсмена.

Таким образом, учитывая возможности BlazePod, следует отметить, что данный тренажер может быть использован в качестве дополнительного средства совершенствования специальных физических качеств спортсменов в различных видах спорта.

## Источники

1. Blazepod – доступный интерактивный тренажер для тренировки реакции и координации [Электронный ресурс] : СпортТех – Минск, 2021. – Режим доступа: <http://www.blazepod.ru/> – Дата доступа: 15.04.2021.

2. BlazePod Delivers Flash Reflex Training via Smartphone [Electronic resource] : Fitness&Sport. Minsk, 2021. – Mode of Access: <https://www.fitness-gaming.com/news/fitness-and-sports/blazepod-delivers-flash-reflex-training-via-smartphone.html/> – Date of Access: 15.04.2021.

3. Hoffman, J. R. Evaluation of a reactive agility assessment device in youth football players / J. R. Hoffman // J Strength Cond Res – 2020. – № 34 (2). – P. 7.

4. Prince M, M. Enhance reaction time for the masses and elite goalkeepers via smartphone and Blazepod / M. Prince M // International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education – 2019. – Special Issue 2. – P.7–9.

## Следующий шаг в направлении совершенствования тренировочного процесса в велоспорте

|| **Быков Д.Ю.**, ведущий специалист информационно-аналитического отдела БГУФК

Много лет назад профессиональные спортсмены и тренеры только начали использовать мониторы сердечного ритма в своей тренировочной деятельности. Сегодня многие велосипедисты в дополнение к этому фиксируют интенсивность физической нагрузки еще и с помощью измерителей мощности движений – уже совершенно стандартного инструмента.

Что же будет следующим шагом в направлении совершенствования тренировочного процесса? Многие исследователи в области спорта, а также профессиональные тренеры считают, что следующий шаг – создание и развитие технологий анализа биомеханики движений.

Анализ движений велосипедиста проводится преимущественно в специализированных лабораториях или студиях. Однако несмотря на ряд преимуществ, в таких условиях нельзя в полной мере воспроизвести реальную картину движений спортсмена, проявляющуюся в большей степени только в естественных тренировочных или соревновательных условиях. В связи с этим в данной работе авторы хотели бы познакомить читателя с одним из устройств, уже сейчас позволяющих в той или иной мере решить данную проблему и призванное оказать значительную помощь в повышении эффективности Вашей работы.

Так, несколько лет назад компания «LEOMO» представила миру велосипедный компьютер «LEOMO Type-S». Помимо множества прочих особенностей, к нему подключается набор миниатюрных сенсоров (рисунок 1) [1]. С их помощью появляется возможность в естественных тренировочных и соревновательных условиях фиксировать и анализировать (в том числе в режиме реального времени) биомеханику движений пользователя.



Рисунок 1 – Велосипедный компьютер «LEOMO Type-S» с системой сенсоров

Сенсоры, оснащенные акселерометрами и гироскопами, регистрируют внешнюю структуру выполняемых упражнений: фазовые особенности техники педалирования, положение стоп, углы наклона ног, наклон и движения таза на сиденье велосипеда и др. Прикрепляются они к обуви, коленям, пояснице или груди с помощью обычного пластиря или специальных фиксаторов и в процессе педалирования практически не заметны (рисунок 2).



Рисунок 2 – Сенсоры и их крепление

Сразу после синхронизации сенсоров с головным компьютером начинается процесс измерений. Таким образом, либо в процессе тренировки, либо по ее окончанию мы имеем возможность обнаружить некие негативные или позитивные тенденции в наших движениях.

Что очень важно, «LEOMO Type-S» легко интегрируется с различными сторонними продуктами (мониторами сердечного ритма, измерителями мощности и др.). Так синхронизированная регистрация кинематики и мощности движений позволяет с легкостью определить, что из особенностей педалирования, положения тела и др. и в какой момент времени негативно оказывается на вашей производительности и эффективности работы, а также комфорте (рисунок 3).

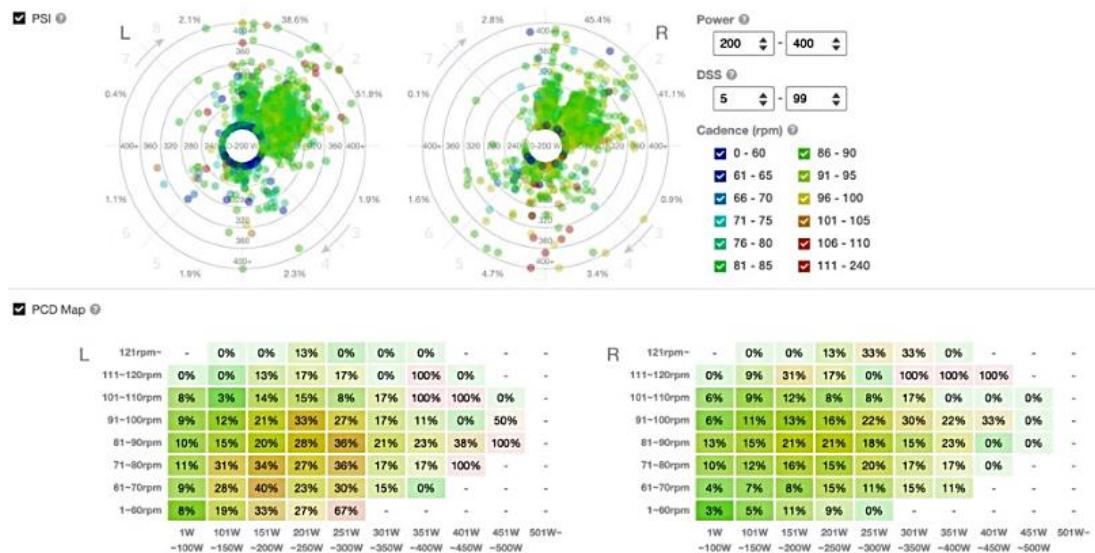


Рисунок 3 – Посттренировочный анализ: влияние частоты педалирования на мощность

Поскольку даже высококвалифицированному атлету зачастую очень трудно оценить то, какие изменения претерпевают его движения с развитием утомления, объективизация и визуализация данных очень и очень полезны.

Каждый тренер и спортсмен в первую очередь пытается оптимизировать: мощность, выносливость и технику движений. Первые два элемента можно отнести к общим, которые собирает сам велосипедист. Затем тренер анализирует их и выстраивает тренировочный план таким образом, чтобы атлет достиг поставленных целей. В свою очередь, зафиксировав же в естественных условиях еще и внешнюю структуру движений, появляется возможность для:

- проведения углубленного и детального анализа техники движений в зависимости от мощности, частоты педалирования, а также в процессе развивающегося утомления;

- установления исходных данных для предупреждения различных негативных состояний организма спортсмена, связанных с функционированием опорно-двигательного аппарата;

- нахождения опорных точек, способных помочь улучшить технику движений велосипедиста, его физическую форму.

Если вам интересна данная тема, настоятельно рекомендуем к изучению блог компании-производителя «LEOMO Type-S» [2]. Там можно подробно познакомиться с полным функционалом устройства; узнать, как оптимизировать аэродинамику спортсмена при езде на велосипеде, чтобы передвигаться быстрее; узнать, как оптимизировать технику педалирования за счет увеличения количества «мертвых» зон и многое другое.

## Источники

1. LEOMO TYPE-S [Electronic resource] : next generation bike computer. – Mode of access: <https://www.leomo.io/pages/introducing-type-s>. – Date of access: 10.04.2021.

2. LEOMO Blog [Electronic resource]. – Mode of access: <https://blog.leomo.io/>. – Date of access: 10.04.2021.

## Научно-методические основы тренажерной подготовки спортсменов-единоборцев

**Харькова В.А.**, заведующий кафедрой боевых единоборств и специальной подготовки, ведущий специалист Центра координации научно-методической и инновационной деятельности, кандидат педагогических наук

Использованию тренажеров в подготовке спортсменов посвящено большое количество исследований. Технические средства в спорте – это устройства, системы, комплексы и аппаратура, применяемые для тренирующего воздействия на различные органы и системы организма, для обучения и совершенствования двигательных навыков, а также для получения информации в процессе учебно-тренировочных занятий для повышения их эффективности.

По принципу действия технические средства подразделяются на светотехнические, звукотехнические, электромеханические, цифровые, электронные, кибернетические и др. По форме обучения и контроля их можно разделить на средства индивидуального, группового и поточного использования.

Технические средства могут воздействовать как на отдельные органы и системы, так и быть комбинированными. В зависимости от характера сигналов обратной связи они могут быть с альтернативным выбором двигательного действия и со свободным конструированием программы ответа. С помощью технических средств можно эффективно работать над воспитанием и развитием специальных двигательных и волевых качеств спортсменов: силы, быстроты, выносливости, ловкости, ориентирования в пространстве, координации движений, гибкости, прыгучести, ритмичности, смелости и других качеств, необходимых для достижения успеха в различных видах спорта.

В содержании спортивной тренировки выделяют следующие виды подготовки: физическую, техническую, тактическую, морально-волевую и теоретическую. Известно, что использование технических средств в спортивной подготовке способствует повышению эффективности всего учебно-тренировочного процесса. Тренировочные устройства – это технические средства, обеспечивающие выполнение спортивных упражнений с заданными усилиями и структурой движений без контролируемого взаимодействия. Тренажер – учебно-тренировочное устройство для обучения и совершенствования спортивной техники, развития двигательных качеств, совершенствования анализаторных функций мозга.

Тренировочные устройства и тренажеры могут быть индивидуального и коллективного пользования, а их воздействие на организм – локальным, региональным или общим. По педагогической направленности и конструкторскому решению они могут быть: с регулируемым внешним сопротивлением; имитационные; облегченного лидирования; управляемого взаимодействия и др.

Тренажеры различаются по своему конструкторскому решению. Их технические особенности определяются необходимостью преимущественного

развития того или иного двигательного качества или одновременно нескольких качеств. Например, такие технические устройства, как бегущая дорожка, вело- и гребные тренажеры и им подобные, позволяют направленно развивать общую, скоростную и скоростно-силовую выносливость. Различные тяговые устройства, эспандеры, роллеры способствуют развитию силы и гибкости. На мини-батуте можно совершенствовать ловкость и координацию движений. Различные по воздействию на организм тренажеры могут быть объединены в одном универсальном устройстве. Так, например, с помощью гимнастического комплекса «Здоровье» можно развивать практически все двигательные качества.

Специалисты полагают, что в зависимости от цели использования и конструкции тренажеры подразделяются на спортивные, оздоровительные, лечебные, профессионально-прикладные.

Для эффективного внедрения в процесс обучения и тренировки спортсменов технико-экономические характеристики тренажеров должны отвечать следующим требованиям:

- быть доступными по стоимости;
- иметь небольшие габариты и вес;
- отвечать эстетическим требованиям;
- быть простыми и надежными в обращении;
- наличие возможности дозировать нагрузку;
- соответствовать индивидуальным антропометрическим и функциональным особенностям занимающихся;
- иметь комплекс упражнений и программу занятий;
- навыки и умения, осваиваемые на тренажере, должны соответствовать биомеханической структуре соревновательного упражнения.

В настоящее время имеется несколько классификаций технических средств в спорте: по назначению, структуре, принципу действия, форме обучения и контроля, логике работы и т. д. Так технические средства подразделяются на средства, применяемые в обучении, и средства, используемые в тренировке.

Технические средства, применяемые в обучении, в свою очередь, подразделяются на наглядные пособия; аудиовизуальные средства; консультативные устройства; контрольно-информационные средства; тренажерные устройства; вычислительные устройства. Технические средства, применяемые в тренировочном процессе для физической подготовки, используются для развития силовых качеств; скорости движений и быстроты реакции; скоростно-силовых качеств; выносливости; координации движений.

При использовании технических средств в программе спортивной подготовки становиться возможным:

- целенаправленно управлять учебно-тренировочным процессом подготовки спортсменов и более эффективно обучать их технике спортивных упражнений;
- расширить круг средств и методов, используемых для физической, технической, морально-волевой и теоретической подготовки спортсменов;

- соблюдать принцип сопряженности – соответствия специальных упражнений соревновательным движениям, вследствие чего не только развиваются физические качества, но одновременно совершенствуется и техническое мастерство;
- целенаправленно развивать группы мышц, детерминирующие высокий результат в данном виде спорта;
- применять локальные упражнения, способствующие укреплению слабых звеньев мышечной системы спортсменов;
- избирательно воздействовать на мышечные группы с учетом фаз движений, где необходимо проявление максимальных усилий;
- многократно повторять сложнокоординационные упражнения в заданном режиме;
- четко дозировать нагрузку.

Опытные тренеры считают эффективным применение в тренировочном процессе в дзюдо специальных тренажеров, позволяющих повысить целенаправленный процесс физической подготовки с учетом технико-тактического мастерства спортсменов. Кроме того, у занимающихся значительно повышается интерес к тренировкам. Исходя из этого, для круговой тренировки семи основных технико-тактических действий в режиме скоростно-силовой выносливости целесообразно использовать следующие тренажеры:

1. Устройство для тренировки спортсменов (тренажер «Конус-1»), позволяющее в короткий срок увеличить силу пальцев, статическую выносливость и скоростно-силовые возможности кисти.
2. Тренажерное устройство для тренировки спортсменов (тренажер «Качели»), предназначенное для тренировки сгибателей рук и разгибателей ног в уступающе-преодолевающем режиме работы мышц.
3. Устройство для тренировки мышц туловища, используемое для развития сгибателей и разгибателей туловища, диагональных мышц живота и квадратной позвоночной мышцы.
4. Устройство для тренировки спортсменов (тренажер «Эспандер»), используемое для тренировки сгибателей и разгибателей рук, ног, туловища в преодолевающе-уступающем режиме работы мышц.
5. Устройство для тренировки борцов (тренажер «Манекен»), предназначенное для развития физических качеств борцов, дзюдоистов и самбистов при выполнении бросков через спину, прогибом и захватом ног.
6. Устройство для тренировки спортсменов «Коленчатый вал», применяемое для тренировки захватов в спортивной борьбе (дзюдо, греко-римской), сгибателей-разгибателей рук в преодолевающе-уступающем режиме работы мышц.
7. Тренажерное устройство для развития силы мышц рук (тренажер «Упор-1»), применяемое для совершенствования силовых способностей мышц предплечья и кисти, используемых в спортивной борьбе при выполнении удержаний и болевых приемов.
8. Устройство с регулируемым фрикционным сопротивлением (тренажер «Упор-2») предназначено для развития силы и скоростно-силовых качеств

различных групп мышц ног в уступающе-преодолевающем режиме, используемых в спортивной борьбе.

9. Устройство для развития мышц «Растяжка», используемое для развития гибкости и укрепления силы мышц бедер, ягодиц и брюшного пресса.

10. Устройство для тренировки «Статический Мебиус», предназначенное для тренировки специальной и скоростно-силовой выносливости в спортивной борьбе.

Некоторые тренажерные устройства, применяемые в круговой тренировке, имеют систему обратной связи, то есть могут быть использованы по отдельности или в группах по два-три тренажера и как средства тренировки, и как средства контроля за уровнем подготовленности.

Целесообразно остановиться на вопросах эффективности использования тренажерных устройств для развития основных физических качеств юных спортсменов. Тренажерные устройства позволяют при выполнении упражнений сохранить, с одной стороны, высокую степень сопряженности с основным соревновательным упражнением, а с другой – избирательно воздействовать на развитие необходимых физических качеств. В настоящее время сконструированы тренажерные устройства, применяемые для развития почти всех физических качеств, особенно для развития скоростных, скоростно-силовых и силовых качеств спортсменов.

Например, на этапе углубленной тренировки для развития скоростных качеств целесообразно применять следующие тренажерные и другие технические устройства:

– маятниково-качельная установка (выполнение упражнений, позволяющих сочетать уступающий и преодолевающий характер работы мышц);

– маятниковая штанга и тренажер «Геркулес» (эффективно развиваются все основные группы мышц, что способствует более гармоничному физическому развитию юных спортсменов);

– бег на тредбене в затрудненном и облегченном режимах.

Главная сложность повышения эффективности подготовки квалифицированных дзюдоистов заключается в том, что необходимо многократно увеличить временной объем узконаправленного совершенствования индивидуального мастерства. Необходимо увеличить количество избранных действий технического паттерна (например, бросок, захват или выведение соперника из равновесия) за один и тот же отрезок времени. Эта проблема влечет за собой определенную последовательность очевидных и скрытых трудностей и препятствий. Во-первых, где найти партнера, который согласится на себе ставить, отрабатывать и совершенствовать захват по 700 и более часов в год? Где найти партнера, который согласится отрабатывать на себе столь высокую и инертную для него нагрузку? Ни один партнер не может выдержать такого количества действий из-за высокой вероятности получения травмы и ощущения от потерянного для него самого тренировочного времени. Поэтому совершенствование приемов возможно только на базе заранее продуманной комплексной системы специализированных тренажерных устройств, позволяющих адекватно развивать и совершенствовать

индивидуальный технический паттерн. Для подготовки сборных команд нужно сразу несколько специализированных залов-полигонов, оборудованных дзюдоистскими тренажерами, вплоть до тренажеров, рассчитанных и адаптированных индивидуально для каждого ведущего спортсмена.

Сущность системы тренажерной подготовки состоит в том, что, не отрицая и не заменяя ничего в сложившейся современной подготовке борцов, у состоявшегося мастера спорта совершенствуется до наивысшей степени подготовленности только одно (или ограниченное число) действие или качество, которое (которые) у него особенно сильно развито, т. е. практически совершенно по всем критериям оценки эффективности. Совершенствование производится симметрично в обе стороны, минимум при двухразовом контроле за тренировку на персональном компьютере с программой для билатерального тестирования параметров сенсомоторной реакции. Иными словами, параметры билатерального тестирования позволяют количественно выбрать компоненты индивидуального технического паттерна и в дальнейшем довести их исполнение до совершенства.

Большинство спортсменов-единоборцев ощущают потребность в развитии ловкости и гибкости. Конечно, можно выполнять акробатические упражнения на ковре и на батуте, гимнастические – на снарядах гимнастов, но целесообразнее те же качества развивать на дзюдоистских тренажерах, т. е. параллельно совершенствуя специальные технические действия, например, на «рукоходе», или совершенствовать ловкость, выполняя броски на «плавающем татами».

При использовании тренажеров у спортсменов-единоборцев эффективнее ставится бросковый взрыв – «подбив в приеме», мощность которого тренируется за счет регулируемого резиновыми эспандерами противодействия.

Тренажерная тренировка позволяет развивать у борца «атакующие спурты», но не за счет беговых рывков по стадиону на 30 м или взбегания на крутой пригорок. Специализированные спурты совершенствуются на тренажерах, где можно добиться имитации защитной реакции главного соперника на татами. В этом случае тренируются способность разрушать защиту соперника множественными атаками, специализированное мастерство разбивать защиту отдельно избранного соперника.

На тренажерах создаются благоприятнейшие возможности для наращивания спарринговой и турнирной выносливости. Борьба в этом случае протекает в условиях сброса психологической нагрузки, что присутствует в любой, даже учебно-тренировочной схватке с соперником, когда борцы «заводятся и просто бьются». Тренажер дает возможность четко сосредоточиться на становлении именно выносливости.

Тренажерная подготовка – это «безболезненное» увеличение в несколько раз временных, а главное, специализированных объемов подготовки. Благодаря включению в подготовку тренажеров у борцов полностью исчезают спортивная монотония и проблема лишнего веса. Например, с помощью тренирующей и контролирующей программы «Билатеральное тестирование параметров сенсомоторных реакций» у спортсмена целенаправленно совершенствуется функциональная симметрия, устраняется превалирующая доминантность одного

полушария. Спортсмен в автоматическом режиме выходит на «пик формы», постоянно улучшая при этом быстроту принятия решения, что количественно оценивается по комплексу параметров билатеральных сенсомоторных реакций.

По мнению специалистов, за тренажерной подготовкой борцов будущее. Например, В.В. Волосовым (2002) разработаны и активно применяются специализированные тренажеры для подготовки борцов самбо, дзюдо. Тренажерная подготовка должна отвечать всем требованиям борьбы, включая защитные реакции соперников, создавая противодействия по скорости, по напряжению, по выносливости, намного превосходящие те, что способен преподнести самый сильный соперник.

Действительно, при становлении любого вида силы тренажерами создаются противодействия порой в несколько раз превышающие те, что создаются в схватке с самым сильным соперником в этом легко убедиться, встав под тяги трехуровневого тренажера, где тяги только нижнего уровня создают дополнительную нагрузку на ноги (рисунок 1).



Рисунок 1 – Трехкруговой тренажер В.В. Волосова

Силовая пульсация – это перемещения по ковру, атаки, ложные атаки и защиты и т. д. На специальных тренажерах такой вид силы тренируется, например, в подтягивании на перекладине с размахом. Именно в борьбе борцы очень легко, быстро сменяют и степень усилия, и его направление, свободно строят атакующую комбинацию по реакции соперника. Хорошее овладение таким навыком является конкурентным преимуществом борца.

Тяговая сила – сила, которой самбист тянет руку соперника на болевой прием, а дзюдоист дотягивает такой силой удушение. Собственно, именно это качество силы как раз успешнее всего и отрабатывается на тренажерах, потому что какой партнер может вытерпеть многочасовую отработку на себе, да еще в том положении, когда нагружается позвоночник.

Статистическая сила. Даже такой вид силы имеет место в партерной борьбе. На статическую мощь борцы испытывают друг друга особенно часто в борьбе за ковер и в наибольшей степени у края ковра. Этот вид силы успешно тренируется на трехуровневом тренажере и на плавающем татами.

Общеизвестно, что силу можно наращивать посредством увеличения мышечной массы, но можно ее увеличивать без увеличения мышц в объеме, что

достигается с помощью силового исполнения технического действия в пределах 95–98 % максимально возможного усилия, когда в одном подходе выполняется всего 2–3 силовых действия, а число подходов как в серии, так и серий в полном силовом упражнении колеблется от двух до четырех. Добиться такого противодействия в условиях тренировки, тем более с выполнением броска на ковер, практически невозможно. С этой целью приходиться при выполнении упражнения привлекать помимо одного партнера еще двоих, которые своим противодействием увеличивают физическое напряжение борца до 95–98 %. Но это не актуально, ведь у каждого борца есть свое задание, которое он должен выполнять, он не может по 2–3 часа тратить личного времени даже на тренировку своего лучшего друга. Кроме того, самбисту нужна чисто борцовская сила для захвата за куртку. Поэтому наращивать мышечную силу актуально, используя штангу или гирю, при этом взявшись не за гирю, а за рукав кимоно, прикрепленный к спортивному снаряду (рисунок 2).

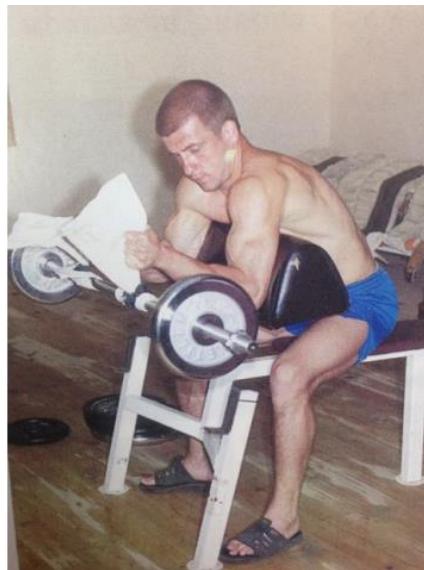


Рисунок 2 – Работа со штангой, взявшись за рукав кимоно

Тренажерная подготовка увеличивает временные объемы занятий до 4–6 часов в день, при этом повышается специальная выносливость спортсмена, излишний вес уходит естественным образом, а необходимый мышечный объем и специализированная сила возрастают. Таким образом, руководствуясь положениями о единстве организма и внешней среды и целостности его физиологических функций, формируется принцип всесторонности в спортивной тренировке и обосновывается необходимость разнообразия тренировочных средств и методов для гармоничного развития спортсменов. Поэтому рекомендуется во время подготовки спортсменов к соревнованиям использовать тренажерную подготовку как эффективное средство совершенствования физических качеств спортсмена. Многолетний опыт использования тренажеров для спортсменов высокого уровня показал, что специфическая тренажерная подготовка не только не мешает, а наоборот увеличивает развитие специфических качеств борца, способствует укреплению его мышечно-связочного аппарата и укреплению здоровья.

# Виртуальная реальность в спортивной подготовке: приобретение навыков и свободное применение. Литературный обзор

**Оливер П.Л. Фарли<sup>1,2,3</sup>, Кирстен Спенсер<sup>1,2,3</sup>, Ливви Будине<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Научно-исследовательская группа анализа спортивных достижений, Оклендский технологический университет, Новая Зеландия

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт спортивных достижений Новой Зеландии (SPRINZ), Оклендский технологический университет, Новая Зеландия

<sup>3</sup>Школа спорта и рекреации, факультет научных проблем здоровья и окружающей среды, Оклендский технологический университет, Новая Зеландия

## **Virtual Reality in Sports Coaching, Skill Acquisition and Application to Surfing: A Review**

**Oliver R.L. Farley<sup>1,2,3</sup>, Kirsten Spencer<sup>1,2,3</sup>, Livvie Baudinet<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Performance Analysis Research Group, Auckland University of Technology, New Zealand

<sup>2</sup>Sport Performance Research Institute New Zealand (SPRINZ), Auckland University of Technology, New Zealand

<sup>3</sup>School of Sport and Recreation, Faculty of Health and Environmental Science, Auckland University of Technology, New Zealand

Journal of Human Sport and Exercise, 15(3), 535-548. doi:<https://doi.org/10.14198/jhse.2020.153.06>  
Review

## **Резюме**

В последнее десятилетие, особенно за последние два года, наблюдается значительный прогресс в развитии технологии виртуальной реальности (VR), особенно это касается разработки виртуальных сред 3D и 360°. Технология Smart Phone позволяет использовать шлем виртуальной реальности, что более удобно для пользователя и дешевле. Преимущества более высокого качества операционных систем могут быть в полной мере использованы в спортивных тренировках, когда виртуальная реальность (VR) обеспечивает визуальное моделирование и иммерсивную интерактивную среду. Технология виртуальной реальности (VR) становится все более популярной, оказывая положительное влияние на сбор различных физиологических показателей, выявляя и улучшая сенсомоторные возможности, воспроизводя соревновательные ситуации и условия спортивной среды, в которых время реакции имеет решающее значение, а также способствуя приобретению навыков. В статье представлен обзор научной литературы по проблеме виртуальной реальности, применению ее технологии в спорте в процессе приобретения навыков, в тренерской работе. В частности, в статье дается описание виртуальной реальности (VR), рассматривается использование ее технологии и применимость методологических подходов в спорте, а также результаты, ограничения и последствия ее применения в тренерской деятельности и практике спортсменов. Кроме того, в данном обзоре представлена информация об использовании виртуальной реальности в обучении навыкам и их приобретении, а также об использовании технологии в развитии навыков в серфинге. Данная статья

демонстрирует новые возможности в совершенствовании специфических сложных навыков, призывая тренеров к новому образу мышления.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность; тренерская деятельность; развитие спортсмена; приобретение навыков; технология.

## Введение

Чтобы достичь высоких спортивных показателей, тренеры обычно анализируют и подразделяют движения на отдельные элементы, используя метод анализа результативности выступлений спортсменов (Farley, Abbiss, & Sheppard, 2017). За последнее десятилетие регистрация такой информации приобретает все более важное значение для достижения преимущества перед соперниками (Carling, Bloomfield, Nelsen, & Reilly, 2005; Farley et al., 2017; Mackenzie & Cushion, 2013; Williams & Hodges, 2005). Информация о способах повышения результативности (физические требования и технические аспекты вида спорта) помогает тренерам в формировании навыков, движений и физических качеств своих спортсменов.

Развитие спортивно-специфических автоматических навыков/движений требует от каждого спортсмена значительных временных затрат на практические занятия (10 лет целенаправленных тренировок) (Chase & Simon, 1973; Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993; Miles, Pop, Watt, Lawrence, & John, 2012; Starkes, Deakin, Allard, Hodges, & Hayes, 1996). На этапе совершенствования спортивной подготовки тренерская работа для совершенствования навыков представлена тремя различными процессами: передача информации (научение через наблюдение), структурирование практики (контекстуальное взаимодействие) и управление обратной связью (частота, координация (график) и четкость обратной связи) (Lawrence & Kingtson, 2008; Miles et al., 2012). Процессы обучения, происходящие во время занятий спортом, характеризуются сложными перемещениями и движениями и требуют селективного подхода к сбору информации в различных условиях окружающей среды. Было высказано предположение, что в процессе приобретения навыков спортсменам крайне полезно обучаться различным навыкам в рамках одной тренировки и практиковаться произвольным образом (т. е. очень разнообразная и сложная тренировочная среда, приближенная к соревновательным или игровым требованиям) (Battig, 1966, 1979; Brady, 2004; Lee & Magill, 1985; Miles et al., 2012; Perez, Meira Jr, & Tani, 2005; Vickers, 2007). Henry (1968) предложил считать работу над движениями оптимальным опытом обучения, целевым навыком, а условия окружающей среды воспроизводят целевой контекст (то есть специфику конкретного вида спорта). Было высказано предположение, что во время приобретения навыков спортсмены разрабатывают план отработки движения для оптимизации имеющейся сенсорной информации (Elliott, Chua, Pollock, & Lyons, 1995; Khan & Franks, 2000; Khan, Franks, & Goodman, 1998; Mackrouss & Proteau, 2007; Miles et al., 2012).

Организация спортивной среды продиктована сложными перемещениями и движениями, в которые погружается спортсмен, поэтому обучение/тренерская работа, направленные на формирование конкретных спортивных движений

(действий), требуют выборочного сбора информации в различных условиях окружающей среды. Действия в спортивной среде часто ограничены во времени, уникальны, сложны и зависят от визуальных сигналов, которые спортсмен получает из своего окружения (Craig, 2013; Kulpa, Bideau, & Brault, 2013). Поэтому выступление спортсмена зависит от его восприятия и способности предвидеть и реализовывать свои навыки в условиях определенных временных рамок (Craig, 2013). Независимо от вида спорта (командного или индивидуального) соревновательная среда требует развития комплекса физических и умственных навыков (Appelbaum & Erickson, 2016). Зрительное восприятие является основополагающим в занятиях спортом (Kulpa et al., 2013). Движения зависят от визуальной информации, которую спортсмен получает из окружающей среды, включая действия соперника (Kulpa et al., 2013). Из-за этой особенности программы спортивных тренировок часто ориентированы на развитие зрительного восприятия и формирование зрительно-двигательных навыков (Appelbaum & Erickson, 2016). Именно эти навыки тренеры и спортсмены стремятся оптимизировать для достижения конкурентной результативности, применяя новые технологии для получения преимущества за счет усовершенствованных тренировочных практик (Covaci, Postelnicu, Panfir, & Talaba, 2012).

В последнее десятилетие продемонстрированы значительные достижения в развитии технологий, особенно в области разработки виртуальных сред (virtual environments, VE). Эти достижения позволили интегрировать в спорт виртуальные среды (VE), применение которых ранее ограничивалось из-за дорогостоящих систем, соображений безопасности или ограничений в восприятии (Covaci et al., 2012; Ruffaldi & Filippeschi, 2013). Традиционно понимание связей, существующих между выступлением спортсмена и воспринимаемой информацией, например, кинематикой соперника или траекторией мяча, устанавливалось с помощью видеосъемки и полученных материалов (Zaal & Bootsma, 2011). Однако положение камеры во время видеозаписи определяет точку обзора и имеет ряд ограничений (Abernethy, Thomas, & Thomas, 1993; Bideau et al., 2010; Williams, Davids, Burwitz, & Williams, 1994), таких как отсутствие интерактивности и возможности наблюдения за окружающей инфраструктурой, которые являются необходимым условием в процессе обучения спортсменов. Когда спортсмен тренируется в виртуальной среде (virtual environment, VE), его движения находятся в зоне работы камеры во время записи. Если камера снимает с фиксированного положения, различная визуальная информация, возникающая в реальных спортивных ситуациях, является недоступной. Двухмерное видеоизображение означает, что спортсмен не может получить стереоскопическую информацию, присутствующую в реальных жизненных ситуациях, и соответственно повлиять на двигательные реакции (Mazyn, Lenoir, Montagne, & Savelbergh, 2004; Yeh & Silverstein, 1992). Одной из таких областей технологического прогресса, которая только недавно была исследована, является компьютеризированное моделирование и виртуальная реальность (virtual reality, VR) в качестве

альтернативных средств моделирования спортивных сред (Appelbaum & Erickson, 2016; Vignais, Kulpa, Brault, Presse, & Bideau, 2015).

Появление трехмерной (3D) виртуальной технологии означало большие перемены в виртуальной реальности (VR), способной погружать человека в среду, которая в обычных условиях была бы недостижимой (Covaci et al., 2012). Эта технология позволяет преодолевать ограничения, связанные с видеорегистрацией с фиксированной точки, обеспечивая визуальное моделирование, а также иммерсивные и интерактивные среды (Bideau et al., 2010; Крейг, 2013; Katz et al., 2006; Vignais et al., 2015). Изучение ранних источников научной литературы, касающихся создания технологий виртуальной реальности (VR) и виртуальной среды (VE) в спорте как средства развития навыков спортсмена, расширит наше понимание того, как эта технология может помочь в достижении успеха в спорте. Важно изучать современную литературу для получения представления о методических протоколах, использовании виртуальной реальности для приобретения навыков и определения границ возможностей, предоставляемых этой технологией. В частности, в данном литературном обзоре дано описание виртуальной реальности и ее применения в спортивных исследованиях и методах обучения навыкам. Кроме того, представлена информация о применении этой технологии в развитии навыков в серфинге.

## Виртуальная реальность

Виртуальная реальность (VR) – это сложная система, использующая передовые технологии и компьютерную графику для создания реалистичного виртуального мира со множеством сенсорных восприятий (Burdea & Coiffet, 2003), решаемых с помощью систем отслеживания (ввода) и отображения (вывода) (Kulpa, Multon, & Argelaguet, 2016). В среде виртуальной реальности шлем виртуальной реальности (head mounted display, HMD) отслеживает движения головы пользователя, передает информацию для моделирования виртуальной реальности и соответственно корректирует точку обзора, отражаемую на дисплее, тем самым изменения перспективу и повышая ощущение полного погружения в реальность (Hendrix & Barfield, 1996; Kulpa et al., 2016; Sanchez-Vives & Slater, 2005; Slater, Khanna, Mortensen, & Yu, 2009; Slater & Sanchez-Vives, 2016). Кроме того, изображения в виртуальной среде являются стереоскопическими с иллюзией глубины, предоставляя субъекту объемную обстоятельную информацию (Vignais et al., 2015). По мнению Steuer (1992), технология виртуальной реальности опирается на два основных компонента. Во-первых, глубина информации связана с количеством и качеством данных в сигналах, принимаемых пользователем при взаимодействии с виртуальной средой (разрешение дисплея, сложность графики среды и соответствие системы голосового ответа современным требованиям). Во-вторых, объем информации соответствует количеству сенсорных параметров, одновременно представленных при погружении. В большинстве виртуальных сред, по сравнению с другими сенсорными стимуляциями, приоритетными являются визуальные и аудиокомпоненты.

Интеграция технологии виртуальной реальности в процесс повышения спортивных показателей обычно включает три этапа (рисунок 1). На начальном этапе регистрируются действия (поведение) спортсменов в данном виде спорта. Эти действия полезны не только для анимации виртуальных персонажей, но и для сравнения движений субъекта в реальных и погруженных (виртуальных) ситуациях. Новейшая технология видеозаписи позволяет производить съемку окружающей среды с углом обзора 360° с помощью одной камеры, имеющей небольшой вес, которая легко устанавливается на теле спортсмена (головная камера, *head camera*). Второй шаг включает либо анимацию виртуальных гуманоидов и их адаптацию к конкретным движениям (игроки уклоняются/обходят, промахиваются по мячу) в качестве одной из частей моделирования (Bideau et al., 2010), либо сшивку фильма, который можно смотреть на смартфоне с помощью VR HMD гарнитуры (шлема). Важно различать отнятую виртуальную реальность (VR) с углом обзора 360° и анимированную модель или графическую виртуальную реальность. В основном среда, записанная с углом обзора 360°, не позволяет участникам перемещаться внутри этой среды или произвольно наблюдать за объектами под любым углом. Вместо этого единственный угол обзора определяется положением камеры при съемке, а движения головы в пределах HMD-шлема обеспечивают погружение в это действие на 360°. Поэтому взаимодействие с более широкой средой отсутствует по сравнению с моделью, генерируемой компьютером, где участники имеют возможность контролировать свою позицию (точку обзора), интегрируя среду путем переключения на любую точку наблюдаемого действия. Однако технология создания компьютеризированных сред является своевременной, дорогостоящей и ограниченной в своей способности демонстрировать полную реалистичность (Slater & Sanchez-Vives, 2016). Третим этапом интеграции виртуальной реальности является презентация (воспроизведение) виртуальной среды (Bideau et al., 2010). Форма презентации диктуется тренером/экспертом, которые решают, в какую среду погружать спортсмена и какие задачи ему предстоит выполнять.

Общее представление о процессе виртуальной реальности (Bideau et al., 2010) представляют в виде следующих процессов:

- 1 – Движение/захват среды.
- 2 – Анимация/сшивка фильма.
- 3 – Среда виртуальной реальности.
- 4 – Задача восприятия.

Технологические усовершенствования в визуализации, захвате движения и компьютерных возможностей позволили решить проблемы при разработке модели виртуальной среды для тренировки сенсомоторных компонентов при занятиях спортом (Bailenson et al., 2008; Bideau et al., 2010). Спортивная подготовка теперь может в полной мере использовать преимущества современных операционных систем, а виртуальная реальность – обеспечить визуальное моделирование, а также иммерсивную и интерактивную среды (Bideau et al., 2010; Крейг, 2013; Katz et al., 2006; Vignais et al., 2015). Kulpa et al. (2013) предположили, что высококвалифицированные спортсмены должны

погружаться в виртуальную среду (virtual environment, VE) для повышения своих возможностей. Кроме того, виртуальная реальность (VR) имеет возможность на системной основе изменять параметры дисплея и настройки, обеспечивая воспроизводимость между испытаниями (пробами) и выполнение точного и стандартизированного протокола эксперимента (Tarr & Warren, 2002), тем самым способствуя дальнейшему совершенствованию навыков спортсмена (Ruffaldi & Filippeschi, 2013). Эффективность виртуальной реальности (VR) в приобретении нового навыка или улучшении существующих также была продемонстрирована в различных областях, таких как хирургия (Howell, Conatser, Williams, Burns, & Eland, 2008; Pedowitz, 2017), реабилитация (Gokeler et al., 2016; Holden, 2005), оценка сотрясения мозга (Slobounov, Slobounov, & Newell, 2006) и в спорте (Bideau et al., 2010; Ruffaldi et al., 2011). Погружение пациентов, перенесших реконструкцию передней крестообразной связки (ACL), в виртуальную реальность в процессе реабилитации (Gokeler et al., 2016) изменяло модели движения, имитируя движения здоровых субъектов. Такие результаты подтверждают интеграцию виртуальной реальности (VR) в целях улучшения оценки и восстановления двигательного навыка, способствуя снижению факторов риска получения в дальнейшем аналогичной травмы (Gokeler et al., 2016). Именно благодаря этим возможностям технология виртуальной реальности нашла свое применение в исследованиях зрительного восприятия динамических задач (например, действия спортсмена при захвате летящего мяча в бейсболе (Chardenon, Montagne, Buekers, & Laurent, 2002; Fink, Foo, & Warren, 2009; Vignais et al., 2015; Zaal & Bootsma, 2011) и используется для совершенствования навыков (Bergamasco, Bardy, & Gopher, 2012; Covaci et al., 2012; Miles et al., 2012).

Предыдущие исследования в сфере спорта применяли компьютерное моделирование для представления (демонстрации) тщательно контролируемой визуальной информации и оценки соответствующих поведенческих реакций в различных спортивных ситуациях (Araújo, Davids, & Serpa, 2005; Craig, Berton, Rao, Fernandez, & Bootsma, 2006; Vignais et al., 2015; Watson et al., 2011). Способность контролировать то, что видит спортсмен, влиять на факторы, воздействующие на его действия, и оценивать их влияние (и предоставлять соответствующую обратную связь) является методологическим преимуществом при использования виртуальной реальности (VR) для моделирования событий, особенно в спортивных ситуациях, которые в высшей степени динамичны в своей естественной обстановке (регби, футбол) (Hoffmann, Filippeschi, Ruffaldi, & Bardy, 2014; Watson et al., 2011). Что касается применения в тренерской работе, управление такими переменными величинами как визуальная информация, вращение, траектория, скорость, проекция направления записи, чтобы успевать за действиями, и сокращение разрыва (gap closure), являются примерами, которые могут регулироваться и контролироваться при компьютерном воссоздании среды, позволяя при этом воспроизводить идентичные ситуации. Таким образом, последние разработки в технологии виртуальной реальности (VR) предлагают пользователям новую, более актуальную и конкретную перспективу (Kulpa et al., 2013).

## Виртуальная реальность в спорте

На сегодняшний день успешно применяются результаты исследований по внедрению технологии виртуальной реальности (VR) в программах спортивной подготовки. По результатам исследований в теннисе была создана виртуальная среда с взаимодействием между субъектом, погруженным в виртуальную реальность, и виртуальным роботом-гуманоидом (Molet et al., 1999; Noser, Pandzic, Capin, Thalmann, & Thalmann, 1997); исследования в футболе анализировали влияние вращения мяча при выполнении штрафного удара на восприятие профессиональными футболистами будущей точки его прибытия (Craig et al., 2006). Автоспорт применяет виртуальную реальность для повышения навыков принятия решений водителем, тем самым снижая риск аварий, а также расходы, связанные с наймом трека, обслуживанием автомобиля и экипажа (de Groot, de Winter, Mulder, & Wieringa, 2011). Исследования в гребных видах спорта продемонстрировали эффективность виртуальной реальности в приобретении, сохранении и трансформации эргономичных навыков и, соответственно, в повышении результативности (Hoffmann et al., 2014; Ruffaldi & Filippeschi, 2013). Повышение мастерства штрафных бросков в баскетболе подтверждает идею о пользе применения технологии виртуальной реальности на тренировках (Covaci et al., 2012). Аналогичные результаты были показаны при выполнении подачи в крикете (Dhawan, Cummins, Spratford, Dassing, & Craig, 2016). Моделирование виртуальной реальности также использовалось в качестве стандартизированной среды для анализа сочетания восприятие – действие в поединках между двумя игроками в гандболе (Bideau et al., 2004) и регби (Brault, Bideau, Craig, & Kulpa, 2010), восприятия вратаря в футболе (Craig et al., 2009), а также в качестве тренажера в прыжках на лыжах с трамплина (Staurset & Prasolova-Førland, 2016). Объективная кинематическая оценка ощущения присутствия между вратарем и игроком, выполняющим бросок в гандболе (Bideau et al., 2003), показала, что движения были одинаковыми в реальной и виртуальной среде, что свидетельствует об обоснованности применения технологии. Технология виртуальной реальности также использовалась при формировании сложных двигательных навыков, таких как жонглирование (von Zitzewitz et al., 2008), и навыков восприятия, необходимых для выполнения сложных двигательных задач (Multon, Kulpa, & Bideau, 2011).

Уникальная стандартизированная и воспроизводимая виртуальная среда предлагает такие преимущества, как способность управлять стимулами, виртуальным миром (т. е. объектными переменными величинами и виртуальными противниками), а также адаптацию точки обзора благодаря системе отслеживания движений головы (Kulpa et al., 2016). Моделирование виртуальной реальности проводится в соответствии с разработанными комплексными протоколами тренировок, имитируя реальные игровые действия, позволяя спортсменам производить «многократные ментальные повторы» (Appelbaum & Erickson, 2016), лучше отслеживать результаты своей деятельности и вводить (включать) действия, сложно воспроизводимые в реальных тренировочных условиях (Miles et al., 2012; Ruffaldi & Filippeschi,

2013). Создание иммерсивных интерактивных сред позволяет поддерживать экспериментальный контроль, осуществлять точное управление другими переменными. Симуляционные тренировки помогают спортсменам развивать необходимые навыки, которые могут быть реализованы во время соревнований, повышая тем самым спортивное мастерство и сокращая количество ошибок (de Groot et al., 2011; Washington, Dogramaci, Steel, & Ellem, 2016). Кроме того, такая подготовка может помочь спортсменам предвидеть обманные движения противников, направив внимание на специфические движения или части тела, которые указывают на такие намерения (Slater & Sanchez-Vives, 2016). Симуляции могут адаптироваться в соответствии с желаемыми сценариями (например, игры, разработанные на основе видеосъемок) с предоставлением количественной информации о действиях силового приема (тренировка по худшему сценарию) с небольшим риском травмы, возможной в традиционных условиях спортивной командной тренировки (Appelbaum & Erickson, 2016). Воспроизведение видеозаписи или создание виртуальных симуляций позволяет спортсменам развивать когнитивные навыки в любых условиях, не ограничиваясь спортивной площадкой, временем и количеством участников. Виртуальная реальность может легко перестраиваться под интересующие переменные, такие как передвижение противника. Кроме того, использование 360° видеозаписей фактической среды (горнолыжная трасса, серфинг-брейк) позволит спортсменам визуально ознакомиться с условиями соревнований (соревновательной инфраструктурой) (Miller et al., 2017) до прибытия на место. Воспроизведение вышеупомянутых сценариев дает спортсмену преимущество перед конкурентами, помогая сократить количество ошибок за счет повышения умственной, перцептивной (визуальное восприятие) и физической координации, а также сокращения времени реакции. Однако по мнению Craig (2013), тренеры по-прежнему критически относятся к подобным методам, опасаясь недостаточного (неадекватного) формирования навыков у спортсменов.

## **Преимущества и ограничения технологии виртуальной реальности для формирования навыков**

Чтобы технология виртуальной реальности была эффективной в процессе развития навыков и улучшения сенсомоторных характеристик у спортсменов, обучающая среда должна имитировать движения целевого навыка и условия окружающей среды целевого контекста (специфику тренировки) (Henry, 1968; Miles et al., 2012). Многократно воспроизводимая виртуальная среда, трудно осуществимая в реальных тренировочных условиях, является оптимальным условием для развития навыков. Спорт, который зависит от условий окружающей среды (например, серфинг), потенциально способен извлечь большую пользу из такой технологии. Среда для занятий серфингом находится в сильной зависимости от ее переменных величин (размер волны, формирование волны, течения, воздушные течения над океаном), которые постоянно меняются и зависят от таких факторов, как подъем уровня воды и направление ветра (Farley et al., 2017). Моделирование окружающей среды с помощью 360° видеозаписи реальных волн и имитация серфинга с помощью скейтборда, который

воспроизводит движения в серфинге, дает возможность повторять и совершенствовать навыки на суще в отсутствие реальных условий для занятий этим видом спорта. Кроме того, использование виртуальной реальности исключает контакт, заменяя его управляемыми технологиями визуализации и имитацией движений, которые можно воспроизводить в безопасной среде. Устранение этих факторов во время тренировки сводит к минимуму потенциальный риск получения травмы перед соревнованием. Однако использование такой технологии в тренировках, направленных на приобретение навыков, должно благоприятно отражаться на результативности. Ранее проводившиеся исследования обсуждали преимущества и ограничения такой технологии (Appelbaum & Erickson, 2016; Bailenson et al., 2008; Bideau et al., 2010; Covaci et al., 2012; Kulpa et al., 2013; Kulpa et al., 2016; Miles et al., 2012). Следует отметить, что большинству исследований, упомянутых в обзоре, более пяти лет, а только за последние два года произошли значительные улучшения в технологии виртуальной реальности. Расширились возможности обучения с помощью моделирования виртуальной реальности, и, как результат, развитие навыков является преимуществом этой технологии.

Для того, чтобы разработать и внедрить соответствующие среды для повышения результативности и обучения конкретным навыкам, тренеры нуждаются в глубоких теоретических знаниях для процесса обучения. Исследования показывают, что от того, как тренер организует занятия, зависит количество приобретаемых навыков (Magill & Hall, 1990). Поэтому моделирование процесса освоения спортсменами функциональных моделей движения остается важнейшим условием. Важно учитывать такие практические моменты, как: 1) выбор оборудования, пригодного для практического использования; 2) организация обучающей среды и разработка учебных задач; 3) подготовка программ тренировок; 4) гарантированное обеспечение безопасности и профилактики травм и 5) понимание индивидуальных особенностей различных уровней подготовленности спортсменов (Renshaw, Chow, Davids, & Hammond, 2010). Было предложено, чтобы спортсмены разрабатывали план выполнения движения для оптимизации сенсорной информации, присутствующей во время приобретения навыка, и чтобы этот план выполнения движения соответствовал информации, получаемой во время практических занятий (Elliott et al., 1995; Khan & Franks, 2000; Khan et al., 1998; Mackrouss & Proteau, 2007; Miles et al., 2012). Таким образом, если условия тренировки изменяются, ранее разработанный план выполнения движения больше не подходит для успешной работы. Поэтому важно, чтобы виртуальная реальность максимально соответствовала условиям реальной действительности, чтобы максимизировать передачу процесса обучения на практику. Спортсмены должны воспринимать (осознавать) информацию о своих действиях и окружающей среде для дальнейшего развития, но они также должны переходить на новый уровень развития навыков, чтобы воспринимать следующую информацию о своих дальнейших действиях (J. Gibson, 2014). Спортсмены могут на практике тренировать движения в соответствии с основными источниками информации, создавая таким образом прочные «связи между информацией и

движением» (Renshaw et al., 2010). Кроме того, изменчивость движения не обязательно является препятствием для обучения, но является важным аспектом, предшествующим приобретению стабильных и функциональных моделей движения (Renshaw et al., 2010). Поэтому тренеры должны корректировать задачи, стоящие перед спортсменами, направляя их на формирование функционального взаимодействия «информация–движение», которое позволит им достичь целевых задач (Davids, Williams, Button, & Court, 2001). В процессе приобретения навыков условия, ограничивающие выполнение задачи, также следует изменять, чтобы взаимодействие «информация–движение» сохранялось в среде обучения, приближенной к реальным условиям. Это условие применимо к среде виртуальной реальности, где спортсмен погружен в соревновательные условия или реальную видеозапись и осуществляет движения в соответствии со своим личным выбором.

Успех приобретения навыков с помощью виртуальной среды (VE) заключается в способности сохранять и переносить навыки в реальные ситуации, поэтому обучение должно сопровождаться получением всей важной информации, необходимой для развития. Для этого виртуальная среда должна: 1) требовать от спортсмена выполнять движения, идентичные тем, которые требуются в реальных условиях (Hendrix, 1994), 2) гарантировать выполнение движений в различных условиях, 3) гарантировать доступность результатов выполнения движений для спортсменов и 4) стремиться к установлению сенсорных взаимосвязей таких действий (Miles et al., 2012). Если один или несколько из указанных информационных групп отсутствуют или виртуальная среда (VE) недостаточно приближена к реальным условиям, то передача (трансформация) навыка маловероятна (Miles et al., 2012). Следовательно, важно симулировать (воспроизводить) спортивные движения. Kulpa et al. (2013) рассматривают свободу движений и перемещений как важное условие для анализа результативности спортсмена. Соответствие этим требованиям является основополагающим в спортивной науке, позволяя спортсмену, погруженному в виртуальную среду, действовать без ограничений как в реальной ситуации. Если оборудование создает помехи для действий спортсмена, результатом могут быть неспецифические или неэффективные движения, не способствующие формированию целевого навыка. Для успешного внедрения среды виртуальной реальности в спортивную сферу необходимо обеспечить пользователям условия для полного погружения, навигации и управления (Hamit, 1994; Heim, 2000). В процессе обучения с использованием виртуальной среды (VE) спортсмены должны получать немедленную обратную связь с информацией о своих результатах после многократного выполнения идентичных или аналогичных задач. Такая обратная связь во время практических занятий повышает точность и скорость выполнения когнитивных, перцептивных и двигательных задач (Fitts & Posner, 1967; E. J. Gibson, 1969; Welford, 1968). При отсутствии адекватной обратной связи с тренером невозможно эффективное обучение, а лишь минимальный прогресс даже у высокомотивированных спортсменов (Ericsson et al., 1993). Следовательно, простое повторение действий не приведет автоматически к спортивному совершенствованию, особенно к повышению

результативности (Trowbridge & Cason, 1932). Предоставление спортсмену расширенной (дополненной) обратной связи (то есть визуальной и слуховой информации о двигательных характеристиках от тренера) является общей стратегией повышения уровня обучения двигательным навыкам (Sigrist et al., 2011). Визуальная обратная связь (например, видеозапись) успешно применялась во многих исследованиях сложных двигательных задач в спорте и реабилитации (Ruffaldi et al., 2011). В конечном счете, для обеспечения эффективной подготовки все спортсмены должны получать четкие инструкции о наиболее эффективных методах тренировки, находиться под наблюдением тренера, что позволит поддерживать информативную обратную связь, осуществлять индивидуальную диагностику ошибок и проводить корректирующую тренировку (Ericsson et al., 1993).

## Применение виртуальной реальности

При погружении в виртуальную реальность связь между виртуальными и реальными средами должна включать и интегрировать взаимодействие между погруженным спортсменом и виртуальным противником (противниками) и/или средой (Kulpa et al., 2013).

Среда должна создавать высокую степень присутствия, чтобы спортсмен чувствовал себя погруженным в виртуальную среду (Barfield, Zeltzer, Sheridan, & Slater, 1995) с учетом внешних (технологии и используемые материалы) и внутренних факторов (психологические аспекты) (Slater & Usoh, 1993). Например, в серфинге виртуальные волны или 360° видеозапись, наблюдаемые в HM формате, то есть на дисплее шлема виртуальной реальности (head mounted display, HMD), должны создавать полное ощущение реальности езды на доске по волне. Важно, чтобы другое используемое оборудование, например, скейтборд, имитирующий серфинг, также было встроено для обеспечения связи между виртуальными и реальными средами. Кроме того, для повышения эффективности любой виртуальной среды в качестве обучающего/тренировочного инструмента она должна быть реалистичной, доступной и разрешенной к использованию (Kulpa et al., 2016). Поэтому захват движения в реальном времени следует производить над неподвижными камерами, обеспечивая не только лучшее взаимодействие и реалистичность, но и включая точку обзора спортсмена на происходящее. Видеозахват должен выполняться на самом высоком уровне (то есть 4k) и с высокой частотой кадров в секунду (fps) (60 fps лучше, чем 24 fps), чтобы получить плавное и четкое видеоизображение без помех. Пользовательский контроль или интерактивность считаются первостепенными при использовании виртуальной реальности, так как от этого напрямую зависит уровень поведенческого реализма, переживаемого пользователем (Brault et al., 2010; Крейг, 2013; Дхаван и др., 2016; McMenemy & Ferguson, 2007). Субъективная точка зрения жизненно важна для сбора всей визуальной информации, которую получает человек в реальной среде. Для успешного развития спортсмена необходимо тщательно планировать обучающую среду, повышая возможности спортсмена для успешной демонстрации навыка и исключая отрицательный тренировочный опыт, такой

как отработка неэффективной техники. Наконец, необходимо учитывать конструкцию и достоверность содержания виртуальной реальности, что означает оценку приобретенных навыков и подтверждается их успешной демонстрацией в реальных ситуациях, тем самым проводя сравнение эффективности тренировок в традиционных условиях и с применением технологии виртуальной реальности (John, 2008). Таким образом, необходимо проводить оценку переноса тренировки из моделируемой среды в реальную.

Было высказано предположение, что с точки зрения спортивной результативности 3D движения головы или 360° видеозапись, отображаемые с помощью шлема виртуальной реальности (HMD), являются предпочтительными благодаря высокому уровню погружения и реалистичности выполняемой задачи (Dhawan et al., 2016). Существовало мнение, что шлем виртуальной реальности мешает физической активности спортсмена из-за наличия кабелей, идущих от гарнитуры для передачи визуальных данных (Miles et al., 2013). Некоторые из них могут быть тяжелыми и громоздкими, отвлекая спортсмена или препятствуя процессу обучения, поскольку спортсмену необходимо время для адаптации к устройству (Miles et al., 2013). В настоящее время существуют более удобные гарнитуры виртуальной реальности без кабелей. Тем не менее, остается проблема, которая заключается в неспособности HMD-пользователей видеть свои собственные руки, когда требуется использование «аватара» (анимационный интерактивный объект, представляющий пользователя в виртуальном мире), что, в свою очередь, может привести к увеличению времени ожидания ответа от устройства (Miles et al., 2013). Применение шлемов виртуальной реальности (HDM) в крикете также подвергалось критике; при этом был выявлен ряд недостатков, касающихся столкновений спортсменов, эргономики оборудования, потери сигнала данных от трекеров (устройства слежения) и поля обзора (Dhawan et al., 2016). В таких средах важно минимизировать ограничения и обеспечить свободу передвижения, которую спортсмен обычно испытывает при выполнении подобных задач. Кроме того, предполагалось, что системы виртуальной реальности модифицируют поведение погруженного субъекта путем изменения его восприятия и/или действий (Kulpa et al., 2016). Таким образом, использование технологии виртуальной реальности с целью спортивного анализа и приобретения навыков действительно имеет ограничения, также как любая форма обучения, а некоторые ее компоненты должны изучаться и внедряться в реальных условиях. При внедрении любой виртуальной среды с целью изучения физической активности и повышения спортивного мастерства спортсмена следует с осторожностью относиться к выбору возможностей виртуальной реальности в тренировочном процессе, в работе тренера с учетом прогресса в приобретении навыков (передача информации, структурирование и управление обратной связью).

## Заключение

За последние два десятилетия применение технологии виртуальной реальности в спортивной среде значительно расширилось и особенно в последние два года с появлением шлема виртуальной реальности (VR HDM) и

технологии Smart Phone. Внедрение технологии продемонстрировало успешные результаты в приобретении навыков и в тренерской работе, а также в решении проблем, касающихся ее эффективности и существующих ограничений для пользователя. Технология виртуальной реальности становится все более популярной в соревновательных видах спорта, оказывая положительное влияние на сбор различных физиологических показателей, выявляя и улучшая сенсомоторные возможности, погружая спортсменов в конкурентные (соревновательные) ситуации, где время реакции играет решающую роль, и способствуя приобретению навыков. Таким образом, технологические достижения и методологии (методики) меняют подход тренеров к развитию навыков, необходимых для достижения успеха спортсменом. Технология виртуальной реальности предоставляет тренерам все большие возможности, однако прогресс в этом направлении ограничивается отсутствием современных исследований, подробно описывающих приобретение навыков в рамках спортивной подготовки. Многие из существующих исследований были проведены с использованием устаревшей технологии и поэтому не позволяют проводить сравнительный анализ. Исследования в области технологий виртуальной реальности, осуществляемых в спорте, внесут корректиды в работу тренеров, направленную на развитие навыков у спортсменов, и покажут новые способы погружения спортсменов в виртуальный мир для совершенствования специальных и сложных навыков.

(В статье использованы 10 источников литературы: [https://www.researchgate.net/publication/334789304\\_Virtual\\_reality\\_in\\_sports\\_coaching\\_skill\\_acquisition\\_and\\_application\\_to\\_surfing\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/334789304_Virtual_reality_in_sports_coaching_skill_acquisition_and_application_to_surfing_A_review))

Перевод с английского Л.И. Кипчакбаевой  
Научная редакция: М.Е. Агафонова

