

СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В КНИТУ-КАИ

Т.Л. Алибаев¹, В.Е. Васюк², И.И. Нуреев¹, Р.А. Юсупов¹

¹Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ
Российская Федерация, 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10

²Белорусский государственный университет физической культуры
Республика Беларусь, 220020, г. Минск, пр-т Победителей, 105

Аннотация. Приводится обоснование создания и первые шаги развития в КНИТУ-КАИ инновационной научно-образовательной платформы спортивной инженерии на базе НИИ Медико-биологической и спортивной инженерии (НИИ МБиСИ) и кафедры физической культуры и спорта при поддержке кафедры радиотехники и микроволновых технологий, НИИ Прикладной электродинамики, фотоники и живых систем (НИИ ПРЭФЖС). Научно-образовательная платформа создается для проведения фундаментальных теоретических и прикладных экспериментальных исследований, подготовки специалистов в различных областях науки с акцентом на приложение полученных ими результатов и компетенций в спорте высоких достижений, а также для решения задач профилактики заболеваний спортсменов и их реабилитации. Образовательные задачи планируется реализовать на новой кафедре «Спортивная инженерия» сначала в рамках магистратуры, а затем по полному циклу уровней от бакалавра до аспиранта.

Ключевые слова: спорт высоких достижений, научно-образовательная платформа, новые технологии подготовки спортсменов-лыжников, профилактика и реабилитация спортсменов, наука, образование, спортивная инженерия, медико-биологическая инженерия.

Введение

Идея создания международного олимпийского движения принадлежит французскому барону Пьеру де Кубертену. В создании Международного олимпийского комитета ему активно помогал российский генерал Алексей Дмитриевич Бутковский. Главная цель олимпизма - поставить спорт на службу гармоничному развитию человека, воспитанию молодежи средствами спорта, взаимопониманию, дружбе, атмосфере солидарности и честной игры, созданию лучшего мира. Олимпийское движение - это международное общественное движение. Главное в олимпийском движении, его девиз: «Никакой дискриминации в спорте – ни политической, ни религиозной, ни расовой». А это значит, что все спортсмены равны, у всех равные условия для соревнования, для победы.

Славная история олимпийских побед, мировых рекордов, высоких достижений спортсменов Советского Союза, подхваченная российскими спортсменами, показала, как много внимания государство уделяет развитию спорта в нашей стране. И несмотря на то, что в нарушение всех олимпийских принципов российские спортсмены были отстранены от участия в международных соревнованиях и Олимпийских играх 2024 года в Париже, уже сейчас необходимо готовить новое поколение российских спортсменов в олимпийских видах спорта на самом высоком по мировым меркам конкурентном уровне. Необходимо сформировать программу подготовки олимпийского резерва, фундамент команды, способной продемонстрировать лучшие качества российских спортсменов и войти в состав сильнейших команд на крупнейших международных соревнованиях. Очевидно, что

противостояние будет не только на спортивных площадках, но и в медико-биологической и инженерно-технологической областях.

Все это заставляет кроме развития традиционных подходов, тренировочных и методических методов искать все новые пути повышения результатов. Если на предыдущей стадии развития спорта большее внимание в этом направлении уделялось медико-биологическим методам, зачастую на грани допинга, то после выстраивания, хотя и не бесспорной, но жесткой и эффективной системы противодействия допингу, работа в этом направлении перестает приводить к желаемым результатам и все чаще приводит к аннулированию побед, к манипуляциям и скандалам. Таким образом, имеются все основания говорить о соревновании инженеров и технологов в спорте или о спорте инженеров, которое сопровождает современное развитие спорта, а также сформировать понятие «технологический допинг».

Целью этой статьи является обоснование создания и первые шаги развития в КНИТУ-КАИ инновационной научно-образовательной платформы спортивной инженерии [1]. Научно-образовательная платформа создается для проведения фундаментальных теоретических и прикладных экспериментальных исследований, подготовки инженерных и научных кадров, а также решения для этого образовательных задач.

Структура статьи построена следующим образом. В первом разделе рассмотрены научно-технологические аспекты развития спортивной инженерии. Во втором разделе речь идет об образовательных аспектах внедрения новых инженерных решений. В третьем разделе обсуждаются преимущества новых решений для внедрения в структуру тренировочного и спортивного оборудования, на примере спортсменов лыжников. В четвертом разделе проводится анализ применимости рассмотренных методов и средств для решения задач реабилитации спортсменов, получивших травмы.

1. Научно-технологические аспекты развития спортивной инженерии

В последние десятилетия современный спорт уже невозможно представить без инновационных технических систем, соответствующих процессам цифровизации всех сфер социальной жизни. История развития спорта как сферы деятельности человека неразрывно связана с развитием технологий во все исторические периоды развития человека, общества, государства. Если проследить развитие спорта и технологий, то можно увидеть, что в этом параллельном развитии нет очевидных лидеров – развитие инженерных технологий рождает новые орудия, инструменты и снаряжение для спорта, говоря современным языком – спортивное оборудование и экипировку, которые дают толчки развитию спорта или рождают новые виды спорта. И наоборот, развитие того или иного вида спорта порождает необходимость появления новых видов оборудования, инвентаря, экипировки и новых спортивных сооружений. Ряд инженерных решений, основанных на использовании современных технологий, представляют новые знания и возможности, выходящие за рамки традиционных. Проявившиеся в последнее время достаточно миниатюрные и точные измерительные датчики, могут представлять срочную и достоверную информацию о характеристиках деятельности спортсменов. Несмотря на то, что некоторые из них позволяют получить объективную и достоверную информацию, неправильная эксплуатация или ошибка в интерпретации данных может привести к неверному решению, и как следствие к снижению результативности тренировочного процесса.

Под «технологическим допингом» следует понимать использование инновационных инженерных технологий для создания искусственных преимуществ спортсмену на соревнованиях, не связанных с функциональной, психологической и тактико-технической подготовкой спортсмена. Подчеркнем при этом, что использование инновационных инже-

нерных технологий в тренировочных процессах не подпадает под прямое понятие допинга, не наносит вреда и будет лишь стимулировать развитие спорта.

В связи с бурным развитием информационных технологий на уровне научно-технологических задач в спорте появился новый вид инновационных технологий, который можно отнести к сфере удаленного мониторинга различных параметров движений и функционального состояния спортсменов в режиме тренировок, в том числе и в реальном времени. Появилась возможность получения огромного количества данных о спортсмене или командах, об их движениях и взаимодействии.

Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что с недавних пор, а тем более в будущем победить в соревнованиях без использования достижений технологов и инженеров будет почти невозможно. Те страны и федерации спорта, которые это поняли раньше, и в дальнейшем будут получать преимущества и победы.

2. Образовательные аспекты внедрения новых инженерных решений

Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года к числу основных вызовов на долгосрочный период относит глобальную конкуренцию в спорте, вызывающую в ведущих странах мира интенсификацию разработок высокотехнологических подходов к развитию спорта высших достижений. В Стратегии отмечено, что в Российской Федерации все еще сохраняется отставание от ведущих спортивных держав в развитии и внедрении инновационных спортивных технологий.

Одной из причин недооценки роли технологических инноваций в спортивной сфере является консервативная позиция спортивных федераций, низкая техническая грамотность тренеров и менеджеров, низкий уровень образования специалистов.

Даже высокопрофессиональный тренер не всегда способен грамотно использовать инновационные технологии в своей практике. С другой стороны, специалисты из других областей не всегда понимают специфику спорта. Таким образом, существует риск потери доверия тренеров и спортсменов к новым технологиям.

Следует отметить, что создание инновационных инженерных решений для спорта процесс длительный и непрерывный. К сожалению, уровень финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в спорте очень низок, и в области образования подготовка спортивных инженеров, технических специалистов (по подготовке и обслуживанию оружия, лыж, автотехники, трасс, бассейнов, полей и т.д.) пока не ведется ни в одном ВУЗе Российской Федерации. Настало время для введения в учебные программы технических ВУЗов направления «Спортивная инженерия» с привлечением специалистов спорта. Необходим междисциплинарный подход, нужно сочетать знания из разных сфер, нельзя быть только гуманитарием или технарем, необходимы универсальные знания.

Глобализация мировой экономики дает нам возможность использовать передовые зарубежные технологические компоненты для разработки и производства собственного инновационного спортивного оборудования и инвентаря, используя наш главный резерв – научный потенциал КНИТУ-КАИ. Для этого необходимо создать инновационные учебные программы в области спортивного инженерного образования для подготовки талантливых специалистов, учитывая бурное развитие спорта, спрос на профессиональных специалистов в области спортивного инжиниринга растет.

Цель нашей образовательной программы – создание нового для России специалиста со знаниями в области современных и перспективных систем сбора и обработки междисциплинарных данных о функциональном состоянии и специальной подготовленности спортсменов, в том числе на основе технологий фотоники. Результатом реализации про-

граммы является формирование научно-технического направления «спортивная инженерия», как синергии тренерских и технических компетенций.

Выпускаемые специалисты с квалификацией магистра сегодня востребованы в научно-исследовательских изысканиях, связанных с изучением резервных возможностей человека в различных сферах профессиональной деятельности при занятиях физической культурой и спортом, а также в организациях, разрабатывающих, выпускающих и обслуживающих информационно-измерительную технику, системы военно-технического назначения, спортивные тренажеры, инвентарь, приборы и оборудование для диагностики подготовленности спортсменов и работников по прикладным профессиям.

3. Примеры новых научных исследований для спортсменов-лыжников

3.1. Тренировочный стенд

Постоянный поиск путей совершенствования управления тренировочным процессом в лыжных гонках требует поиска новых средств для контроля за уровнем развития основных физических качеств спортсменов.

Разработанный в Беларуси стенд представлен на рис.1 [2, 3].

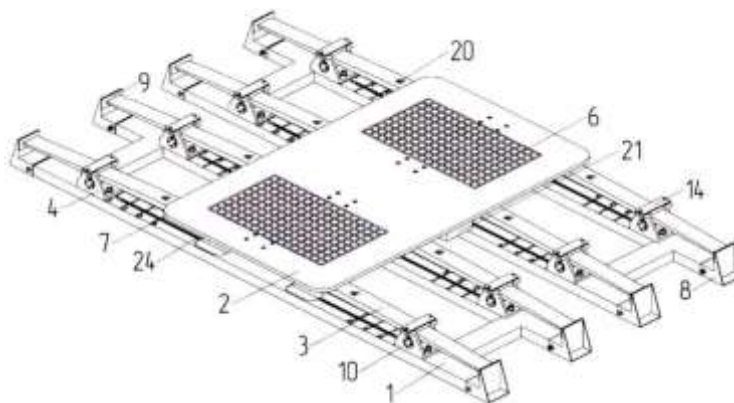


Рис. 1. Внешний вид стенда с тензодатчиками

Во время выполнения имитационных упражнений [2, 3] спортсмен воздействует на платформу 2, в результате чего происходят упругие деформации лыж 3, с которыми она жестко соединена. На каждой из лыж 3 установлены по два тензометрических элемента 20, установленных на равном расстоянии от центра лыжи 3, а в центре нижней поверхности платформы 2 расположен блок 21 регистрации и передачи данных, преобразующий величину и особенности изменения, прикладываемого спортсменом усилия F в электрический сигнал и выполненный с возможностью беспроводной связи с компьютером. Тензометрические элементы 20 связаны с блоком 21 регистрации и передачи данных посредством упругих проводников, зафиксированных на тыльной стороне платформы 2. Таким образом, блок 21 регистрации и передачи данных, находясь в центральной части нижней поверхности платформы 2, не нарушает ее исходный баланс в горизонтальной плоскости, поскольку все связанные с ним элементы (упругие проводники, их крепления и т. д.) расположены симметрично относительно лыж 3, что также способствует повышению точности регистрируемых данных. Кроме того, повышение точности регистрируемых данных обеспечивается благодаря выставленным зазорам в продольном и вертикальном направлениях перемещения платформы 2. Форма всех основных элементов и узлов настоящего изобретения, а также их геометрические размеры подобраны с учетом требований к снижению массы и материалоемкости конструкции в целом.

Направление развития данного стенда основаны на модернизации узла регистрации усилий при использовании тензодатчиков нового типа на основе волоконных брэгговских решеток, волновых и фазовых адресных волоконных брэгговских структур (АВБС) [4] двух- и трехкомпонентных, комбинированных волновых АВБС с наличием фазового сдвига в одной, двух или трех компонентах. Каждая из указанных структур отличается своими преимуществами. Общее преимущество – отсутствие влияния электромагнитных помех на показания тензодатчиков. Результаты испытания датчиков будут направлены на выбор самого чувствительного элемента и внедрения его в структуру стенда на базе НИИ МБиСИ.

3.2 Беговые лыжи с встроенными квазираспределенным и точечными датчиками температуры и давления

Один из перспективных подходов к повышению эффективности скольжения беговых лыж основан на использовании фторопласта в качестве скользящей поверхности (СП), что доказано разработками КНИТУ-КАИ [5]. Модификация в плазме одной поверхности фторопластовой ленты позволяет обеспечить адгезию ее к клину беговых лыж, достаточную, как для механической обработки СП, например, с целью нанесения штайншлифта, так и для эксплуатации таких лыж. Предварительные испытания опытных лыж (рис. 2) со скользящей поверхностью из фторопласта показали целесообразность использования такой СП при температурах, близких к 0 °С и влажном снеге.



Рис. 2. Опытная конструкция лыж с установленными волоконными датчиками

Однако, до сих пор, при использовании лыж с фторопластовой скользящей поверхностью, остаются открытыми следующие основные вопросы:

- технология нанесения штайншлифта. Фторопласт, в отличие от сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) – основного материала СП современных лыж, - более пластичный материал. Поэтому, режимы нанесения штайншлифта СВМПЭ, используемые в современных шлифовальных машинах, не подходят для фторопласта и нуждаются в корректировке;
- необходимость нанесения мазей скольжения на фторопластовую скользящую поверхность. Сложившийся стереотип подготовки беговых лыж к прокату предполагает нанесение мазей, повышающих эффективность их скольжения. Однако фторопласт обладает низким коэффициентом трения и адгезией, и в отличие от СВМПЭ, мази, нанесенные на его поверхность, будут быстро сходить при прокате лыж.

Испытания тестовых лыж показали, что с ростом температуры эффективность лыж с фторопластовой скользящей поверхностью возрастает с увеличением скорости лыжника. С учетом того, что средняя скорость движения лыжника экстремального класса коньковым ходом

составляет ~ 8 м/с, лыжи с фторопластовой СП могут быть эффективней лыж с СП из СВМПЭ вплоть до температур около -10 °С при достаточно влажном и мелкозернистом снеге. Следует отметить, что с ростом температуры лыжи с фторопластовой СП ускоряются быстрее лыж с СП из СВМПЭ.

Для свежеснеженного мелкозернистого снега наилучшая эффективность скольжения лыж с фторопластовой СП достигается при использовании глубокого штайншлифта; для крупнозернистого снега, загрязненной трассы, теплой погоды наилучшая эффективность скольжения достигается при использовании Х-образного штайншлифта глубиной $\sim 70 \pm 10$ мкм. Повышение эффективности скольжения в области более низких температур (ниже -5 - -10 °С) на наш взгляд возможно за счет использования высокотвердых пластиков с износостойким антифрикционным покрытием. Это позволит обеспечить низкий коэффициент трения СП по высокоабразивному снегу при температурах ниже -10 °С.

Как видно из краткого обоснования покрытия СП лыж различными материалами, точность выводов об их эффективности зависит от точности измерения температуры СП, снега, его влажности и влажности выхода. С учетом этого в НИИ МБиСИ была предложена система квазираспределенных и точечных волоконно-оптических датчиков, установленных на СП и с боков концевиков лыж для контроля параметров температуры воздуха, снега и их влажностей, что показано на рис. 2. Для передачи информации с лыж используется беспроводной канал Lora Wan.

4. Волоконно-оптические технологии реабилитации спортсменов

Одним из основных методов реабилитации спортсменов с ограниченными возможностями движения после получения травм является клинический мониторинг, предполагающий непрерывный контроль состояния пациента на основе регистрации биологических сигналов и оценки диагностических показателей организма с целью выявления отклонения показателей от нормы, предупреждения опасностей и осложнений, возникающих в процессе реабилитации. Мониторинг жизненно важных показателей, таких как частота пульса, дыхания и температура, а также отсутствие движений, неправильное выполнение упражнений для реабилитации, падение – распространенные причины, по которым возникают пролежни, срок реабилитации затягивается, реабилитируемый получает дополнительные травмы. Однако нынешняя практика отнимает много времени и утомительна, поскольку обычно медицинскому персоналу приходится лично проводить периодические проверки [6, 7]. Более того, это происходит нечасто и потенциально может привести к пропуску наступления кризисного события или к несвоевременному реагированию.

Практика научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проведенная в НИИ ПРЭФЖС совместно с НИИ МБиСИ, позволила разработать в КНИТУ-КАИ:

- систему мониторинга самочувствия спортсменов на основе чирпированных адресных волоконных брэгговских структур (ЧАВБС) во время сна, расположенную в смарт-матрасе. Система может отслеживать показатели жизнедеятельности, таких как частота пульса, частота дыхания, температура, движение и выход пациентов из постели. Она способна точно измерять частоту пульса и частоту дыхания со средней ошибкой менее 1 удара в минуту, обнаруживать внезапное начало высокой температуры и неожиданный выход из постели ночью, что имеет решающее значение для поддержания высокого качества ухода за реабилитируемыми. В случаях, когда состояние здоровья любого из них ухудшается или обнаруживается ненормальное поведение, медицинский персонал в режиме реального времени будет немедленно уведомлен системой о состоянии каждого спортсмена [8, 9];

- систему сбора информации, предназначенную для предотвращения пролежней у реабилитируемого, находящегося в инвалидной коляске. В основе сенсорной части си-

стемы впервые используются датчики давления на основе дискретно-секционных линейно-чирпированных волоконных брэгговских решеток ЛЧВБР, ЛЧВБР с фазовым сдвигом, ЧАВБС с двумя фазовыми сдвигами. Применение таких решеток (структур) и разработанных радиофотонных методов их опроса при простом широкополосном зондировании, фактически освещении решеток, позволило обеспечить как опрос и идентификацию каждого датчика в зонах лопаток, сидалища и пяток пациента, так и существенно снизить стоимость интеррогатора. Кроме этого, использование простейшей системы приема и обработки информации позволяет крепить ее непосредственно на коляске и обеспечить термостатирование одной из решеток (структур), сделав ее опорной для всей информационно-измерительной системы [10, 11]. Вариант коляски представлен на рис. 3 и рис. 4;

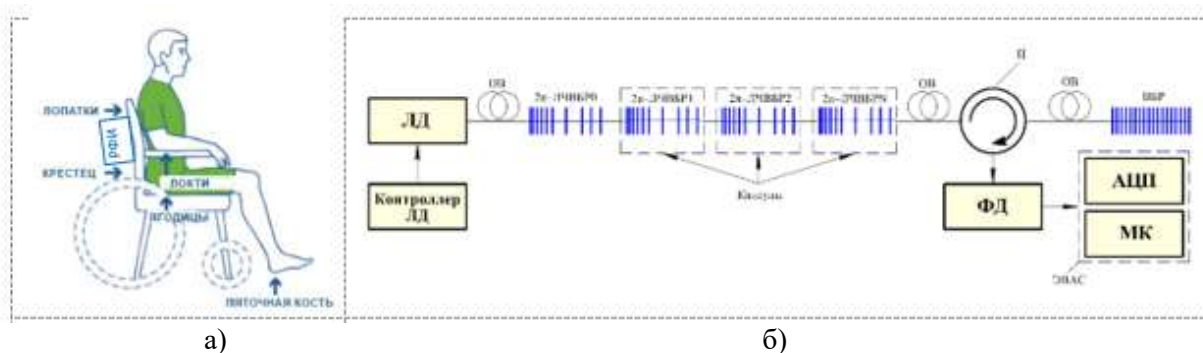


Рис.3. Эскиз коляски (а) и структура системы (б)

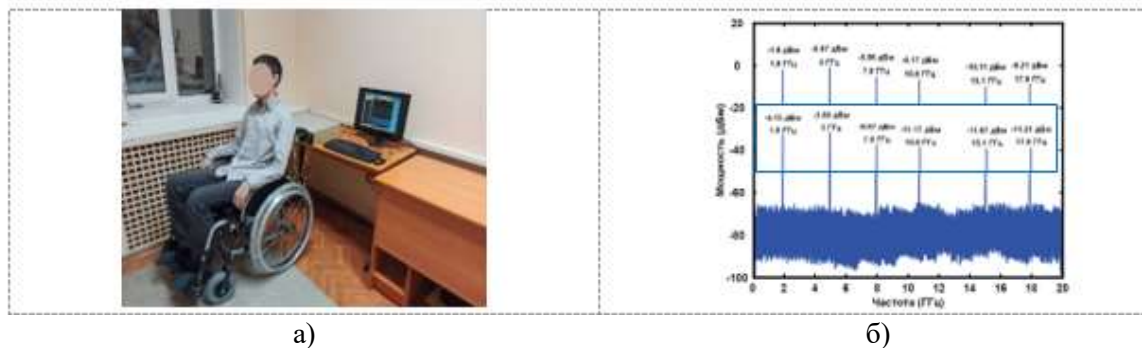


Рис.4. Опытный образец коляски (а) и данные измерений (б)

– конструкцию смарт-стопы экзоскелета и схему расположения датчиков давления на стопе для определения нормальных реакций, которые обеспечивают расчет устойчивого состояния экзоскелета на ровной поверхности. Разработаны структура волоконно-оптической части, порядок формирования ее сенсорной части, принципы опроса датчиков и измерения давления, как усилия прижима к нему отдельных частей тела пациента. Получены результаты математического, компьютерного и физического моделирования, определены пути ее дальнейшего совершенствования с целью встраивания волоконно-оптических многомерных дальномеров и акселерометров. Базовые датчики смарт-стопы выполнены также на базе ЛЧВБР и ЧАВБС [12, 13].

Приведенные результаты исследований являются первым этапом формирования новых подходов к совершенствованию научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности в области реабилитации спортсменов с ограниченными возможностями движения. В основе сенсорной части систем и конструкций используются датчики давления на основе ЛЧВБР с фазовым сдвигом и ЧАВБС [14, 15]. Применение

таких решеток (структур) и радиофотонных подсистем их опроса с помощью широкополосного зондирования позволит снизить стоимость систем в целом, которая ограничивает применение волоконно-оптических систем указанного назначения в практике реабилитации спортсменов.

Заключение

В заключение необходимо отметить, что создаваемая платформа ставит своей целью:

- объединить и координировать деятельность отдельных научных групп КНИТУ-КАИ, так или иначе связанных с биомедицинской и спортивной инженерией;
- осуществить целенаправленный подбор и углубить специализацию штатных сотрудников;
- привлечь к сотрудничеству независимых исследователей, занимающихся различными сторонами данного научного направления, в том числе из других вузов и стран;
- комплексно решать глобальные теоретические и актуальные практические задачи биомедицинской и спортивной инженерии;
- реализовать перспективные образовательные программы в области биомедицинской и спортивной инженерии с выходом на международный уровень.

Структура и основные направления научных исследований:

НОЦ «Инженерные технологии спорта высших достижений и прикладных профессий». Сегодня спорт высоких достижений – это не просто состязание атлетов, но и соревнование фундаментальной науки. В нем отрыв в сотые и тысячные доли секунды имеет решающее значение, поэтому чтобы вырастить чемпиона, одних физических нагрузок уже недостаточно. Каждый результат – это итог слаженной работы спортсмена и группы ученых, разрабатывающих инновационные технологии и методики подготовки к соревнованиям – от приборов телеметрии до «умной» экипировки.

НОЦ «Инженерные технологии спортивной медицины». Исследование молекулярных механизмов передачи информации и механизмов воздействия электромагнитных волн различных диапазонов на организм человека с целью разработки новых методов тренировки спортсменов. Разработка современных методов анализа медико-биологической информации, совершенствование существующих методов анализа видеоизображений на основе реакции человека, создание современного электронного оборудования, необходимого для внедрения в практику новых технологий оперативного восстановления спортсменов.

НОЦ «Инженерные технологии реабилитации спортсменов. ДНК-диагностика». Объем тренировочных нагрузок в спорте высших достижений подошел к запредельным показателям. Такие интенсивные физические и эмоциональные нагрузки приводят не только к высоким результатам, но и значительно ослабляют защитные силы организма, а иногда становятся причинами травм с тяжелыми последствиями. Основное место в предотвращении травм играют лазерные и квантовые технологии, которые сегодня развиты до уровня гибридных радиофотонных, совмещающих преимущества радио- и фотонной мобилизации, а наиболее прецизионное наблюдение, в том числе за обездвиженными спортсменами, могут осуществлять волоконно-оптические датчики. Вышеуказанные технологии вместе с ДНК-диагностикой позволят комплексно оценить функциональное состояние основных систем организма с целью прогноза и коррекции состояний, определения эффективности оздоровительных технологий на основе индивидуального подхода. (готово к производству – умные инвалидные коляски, ортопедические матрасы контроля сна и положения пациента)

НОЦ «Цифровые двойники в спортивной инженерии». В профессиональном спорте большое внимание уделяется повышению спортивных результатов различными способами. Наиболее актуальными направлениями физической культуры и спорта, требующими дальнейшего изучения, являются проблемы подготовки спортсмена, повышение его силы, выносливости, скорости, координации, не прибегая к использованию фармакологических препаратов и чрезмерных физических нагрузок. Целью создания НОЦ являются исследования, направленные на повышение эффективности тренировок с помощью цифрового контроля движений самого спортсмена по его математической модели – цифровому двойнику.

Кроме того, исследования закономерностей формирования сложных психонейро-биомеханических механизмов пространственно-ориентированных моторных реакций, направленных на управление специализированных (летных и танковых) тренажеров, позволит выявить достоверные критерии, объективно отражающие эффективность работы замкнутой кибернетической системы индивидуума (летчика и механика-водителя): «человек-тренажер-среда».

«Центр добровольной сертификации в области физической культуры и спорта «ОЛИМПСПОРТТЕСТ» (СДС «ОЛИМПСПОРТТЕСТ»). Система добровольной сертификации физкультурно-спортивных сооружений необходима для подтверждения соответствия объектов сертификации требованиям, установленным в международных, национальных стандартах, санитарных правилах, строительных нормах и правилах. Срок действия сертификата 3 года. Систему добровольной сертификации разрабатывают для получения возможности оказывать услуги по подтверждению соответствия (сертификации). Разработанная и зарегистрированная в Едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации Росстандарта система добровольной сертификации позволит оказывать услуги по сертификации продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работ, услуг и других объектов, в отношении которых документами по стандартизации, системами добровольной сертификации и договорами установлены требования. Подтверждение соответствия проводится в соответствии с правилами, установленными документами системы добровольной сертификации. Наш многолетний опыт эксплуатации спортивных объектов и компетенции. Позволяют создать собственный Центр и систему сертификации

Кафедра «Спортивная инженерия». В реализации магистерских программ будут задействованы Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, НИИ МбиСИ, НИИ ПРЭФЖС, а также коллеги из вузов Республики Беларусь как база для прохождения обучающимися производственных практик и реализации научных исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РФ по программе Приоритет-2030.

Список литературы

1. Юсупов Р.А. Создание в КНИТУ-КАИ научной-образовательной платформы спортивной инженерии / Р.А. Юсупов, О.Г. Морозов, Т.Л. Алибаев // В сборнике: Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы – 2023. Материалы X Международной молодежной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Казань, 2023. – С. 56-59.
2. Васюк В.Е. Специальный тренажер для оценки и контроля скоростно-силовых качеств лыжников-гонщиков / Ч. Юйчень, В.Е. Васюк // Мир спорта. – 2021. - № 3 (84). – С. 30-34.

3. Патент на полезную модель RU 213763 U1, 28.09.2022. Тренажер для обучения технике лыжных передвижений / Юйчень Ч., Васюк В.Е., Гусейнов Д.И. и др.; Заявка № 2022105217 от 24.02.2022.
4. Морозов О.Г. Адресные волоконные брэгговские структуры в квазираспределённых радиофотонных сенсорных системах / О.Г. Морозов, А.Ж. Сахабутдинов // Компьютерная оптика. – 2019. – №4. – С. 535-543.
5. Пат. 2439096 Российская федерация, МПК7 C08J 7/12. Способы модификации полимерного пленочного материала (варианты) и устройство для его реализации / Польский Ю.Е., Михайлов С.А., Данилаев М.П.; заявитель и патентообладатель Казан. Гос. Техн. Ун-т. – №2010117480/05; заявл. 30.04.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл.№1.
6. Федеральный перечень реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду, утвержденный Распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2005 г. N 2347-р. URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/government/33> (дата обращения 24.04.2024 г.).
7. Schellenberger S., Shi K., Michler F. et al. Continuous In-Bed Monitoring of Vital Signs Using a Multi Radar Setup for Freely Moving Patients/ // Sensors. – 2020. – Vol. 20 – P. 6-12.
8. Муратов Р.М. Система неинвазивного контроля движения тела и жизненных показателей пациентов на основе смарт-матраса с встроенными волоконно-оптическими адресными структурами // Электроника, фотоника и киберфизические системы. – 2023. – Т. 3, № 1. – С. 93-100.
9. Муратов Р. М. Обзор волоконно-оптических датчиков физических величин / Р. М. Муратов, А. В. Чернов, К.В. Козин и др. // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2020. – Т. 76, № 3. – С. 147-153.
10. Эшпай Р.А. Радиофотонная многосенсорная система контроля положения иммобильных пациентов в инвалидной коляске на основе линейно-чирпированных ВБР / Р.А. Эшпай, В.И. Артемьев, Р.Ш. Мисбахов и др. // Фотон-экспресс. – 2021. – № 4 (172). – С. 11-17.
11. Эшпай Р. А. Радиофотонная многосенсорная система контроля положения иммобильных пациентов в инвалидной коляске на основе линейно-чирпированных ВБР с фазовым сдвигом / Р.А.Эшпай, В.И. Артемьев, Р.М. Муратов и др. // Фотон-экспресс. – 2021. – № 5 (173). – С. 17-23.
12. Городжа Т. В. Математическая модель получения информации о движении пациента в экзоскелете на основе линейно-чирпированных волоконных брэгговских решеток / Т.В. Городжа, Р.А. Эшпай, О.Г. Морозов и др. // Научно-технический вестник Поволжья. – 2021. – № 6. –С. 25-27.
13. Талипов А.А. Метод формирования двухчастотного излучения для синтеза солитонов и применения спектрально-эффективной модуляции RZ и CSRZ форматов в оптических сетях доступа / А.А. Талипов, О.Г. Морозов, Г.И. Ильин и др. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2012. – № 2 (16). – С. 3-12.
14. Мисбахов Р.Ш. Волоконные брэгговские решетки с двумя фазовыми сдвигами как чувствительный элемент и инструмент мультиплексирования сенсорных сетей / Р.Ш. Мисбахов, О.Г. Морозов, И.И. Нуреев и др. // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL: [https:// ivdon.ru/magazine/archive/ n3y2017/4343](https://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2017/4343) (дата обращения 24.04.2024 г.).
15. Morozov O.G. Multi-Addressed Fiber Bragg Structures for Microwave-Photonic Sensor Systems / O. Morozov, A. Sakhabutdinov, V. Anfinogentov et al. // Sensors. – 2020. – Vol. 20. – P. 2693.

SPORTS ENGINEERING AT KNRTU-KAI

¹*T.L. Alibaev*, ²*V.E. Vasyuk*, ¹*I.I. Nureev*, ¹*R.A. Yusupov*

¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
10, st. K.Marx, Kazan, 420111, Russian Federation

²Belarusian State University of Physical Culture
105, Pobediteley Ave., Minsk, 220020, Republic of Belarus

Annotation. The rationale for the creation and first steps of development of an innovative scientific and educational platform for Sports Engineering at KNRTU-KAI is given on the basis of the R&D of Medical-Biological and Sports Engineering (R&D MBSE) and the Department of Physical Culture and Sports with the support of the Department of Radiophotonics and Microwave Technologies, R&D of Applied electrodynamics, photonics and living systems (R&D AEPLS). A scientific and educational platform is being created to conduct fundamental theoretical and applied experimental research, as well as train specialists in various fields of science with an emphasis on the application of their results and competencies in high-achievement sports, as well as to solve the problems of preventing diseases of athletes and their rehabilitation. Educational objectives are planned to be implemented at the new Department of “Sports Engineering”, first as part of a master’s degree, and then through a full cycle of education levels from bachelor to postgraduate students.

Key words: high performance sports, scientific and educational platform, new technologies for training skiers, prevention and rehabilitation of athletes, science, education, sports engineering, medical and biological engineering.

Статья представлена в редакцию 22 мая 2024г.