



СПОРТ  
НОРМА  
ЖИЗНИ



270 МГУ  
1755 2025



**Сборник тезисов VII Всероссийской с  
международным участием научно-  
практической конференции «ДЕНЬ  
СПОРТИВНОЙ ИНФОРМАТИКИ»  
4-5 декабря 2023 года, г. Москва**

УДК 572; 794.05; 796

ББК 28.7; 75

DOI: 10.62105/2949-6349-2024-1-S1

ISSN 2949-6349

ISBN 978-5-6051586-0-8

**Главный редактор:**

кандидат технических наук

Тимме Егор Анатольевич

**Научный редактор:**

кандидат физико-математических наук, доцент

Руднев Сергей Геннадьевич

**Литературный редактор:**

кандидат технических наук

Галимова Екатерина Юрьевна

Сборник тезисов VII Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «День спортивной информатики» 4-5 декабря 2023 года / ред. Тимме Е.А., Руднев С.Г., Галимова Е.Ю. – Москва, 2024. – 119 с.

В сборник вошли материалы научных исследований и разработок, представленных на VII Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «День спортивной информатики» 4-5 декабря 2023 года. Рассмотрены вопросы применения цифровых технологий в спортивной подготовке и образовании, в задачах мониторинга, тестирования и диагностики спортсменов, экономики спорта. Материалы сборника могут представлять интерес для специалистов в сфере физической культуры и спорта, исследователей в области спортивной науки, руководителей и членов комплексных научных групп, спортивных врачей, преподавателей вузов, тренеров, спортсменов и всех интересующихся применением информационных технологий в спорте.

ISBN 978-5-6051586-0-8



© Ассоциация компьютерных наук в спорте, 2024

© ФГБУ «Федеральный центр подготовки спортивного резерва», 2024

DOI: 10.62105/2949-6349-2024-1-S1-2-12

## **Информация о VII Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «День спортивной информатики»**

VII Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция «День спортивной информатики» проводилась в рамках Плана реализации Стратегии развития физической культуры и спорта в РФ до 2030 года в части развития научной и технологической деятельности по направлению «Спорт, инновационные спортивные технологии» с учетом потенциала ведущих научных, образовательных и спортивных организаций в целях формирования современных научно-образовательных кластеров. Конференция входила в План научных конгрессов и конференций Минспорта России [1] и была приурочена к празднованию Дня информатики в России, который отмечается ежегодно 4 декабря.

Конференция прошла 4-5 декабря 2023 года в Москве, 4 декабря – очно в ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы», кластер «Ломоносов» (Раменский бульвар, д. 1), 5 декабря – в Федеральном центре подготовки спортивного резерва (ул. Казакова, д. 18, стр. 8) в онлайн формате. Для всех мероприятий конференции была организована видеотрансляция.

Организаторами конференции являлись Министерство спорта Российской Федерации, Федеральный центр подготовки спортивного резерва, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Инновационный научно-технологический центр МГУ «Воробьевы горы» (кластер «Ломоносов») и Ассоциация компьютерных наук в спорте.

Тенденции интеллектуализации и цифровизации спорта привели к насущной необходимости объединения опыта наук о спорте с возможностями современных технологий и достижениями в области прикладной математики и информатики. Современный спорт все больше становится не столько соревнованием самих спортсменов, сколько состязанием технологий их подготовки, неотъемлемой частью которых являются информационные технологии. Научной платформой этих технологий является спортивная информатика – междисциплинарная наука на стыке математики, информатики и наук о спорте (физиологии, психологии, биомеханики и теории спорта).

Цель прошедшей конференции заключалась в ознакомлении участников с передовыми научными достижениями и инновациями, обмене опытом и формировании сообщества специалистов в сфере применения компьютерных наук в спорте.

В рамках конференции были организованы следующие мероприятия:

- Цифровые технологии как фактор развития спортивной индустрии (пленарная сессия).

- Математика и информатика в науках о спорте (очная и стендовая секции).
- Цифровые решения в физической культуре и спорте (очная секция и демонстрация).

В конференции приняли участие ученые, преподаватели, аспиранты, студенты, тренеры, спортивные врачи, представители научных, инженерных, инновационных, физкультурных, спортивных, образовательных организаций, спортивных клубов, федераций и медицинских учреждений, предприятий спортивной индустрии, а также технологические предприниматели, производители и разработчики инновационных продуктов и цифровых решений. По результатам ее работы подготовлен настоящий сборник тезисов докладов в форме специального выпуска Российского журнала информационных технологий в спорте.

## Организационный комитет конференции

*Ахмерова Кадрия Шамилевна* – директор ФГБУ «Федеральный центр спортивного резерва», вице-президент Федерации стрельбы из лука России – сопредседатель;

*Сельский Андрей Константинович* – координатор Спортивного кластера технологической долины МГУ, профессор Высшей школы экономики, профессор ГАОУ ВО «Московский государственный университет спорта и туризма» – сопредседатель;

*Андреева Альбина Маратовна* – доцент Российского университета спорта (ГЦОЛИФК), кандидат биологических наук;

*Борисова Анастасия Николаевна* – генеральный директор ООО «Фора Вижен интеллектуальные системы», предприниматель;

*Васильев Глеб Альбертович* – научный сотрудник лаборатории исследований спорта Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»;

*Кубанцева Елена Валерьевна* – руководитель проектов по направлению инновационные спортивные технологии компании «Иннопрактика», преподаватель МГИМО МИД РФ;

*Кубеев Александр Владимирович* – заведующий лабораторией ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ВНИИФК), кандидат педагогических наук;

*Найданов Баир Намдакович* – эксперт ФГБУ «Федеральный центр подготовки спортивного резерва», президент Федерации миниволей Москвы, кандидат педагогических наук;

*Руднев Сергей Геннадьевич* – старший научный сотрудник ИВМ имени Г.И. Марчука РАН, доцент факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова, кандидат физико-математических наук;

*Сорока Жанна Вениаминовна* – учредитель Центра адаптивных видов спорта для детей с ограниченными возможностями здоровья АНО ДПО «Инлайф», эксперт Агентства стратегических инициатив, лектор Российского общества «Знание»;

*Тимме Егор Анатольевич* – эксперт ФГБУ «Федеральный центр подготовки спортивного резерва», президент Ассоциации компьютерных наук в спорте, кандидат технических наук.

Контакты Организационного комитета конференции:

Email: [info@racss.ru](mailto:info@racss.ru)

**ПРОГРАММА**  
**VII Всероссийской с международным участием**  
**научно-практической конференции**  
**«ДЕНЬ СПОРТИВНОЙ ИНФОРМАТИКИ»**

4 декабря 2023 г. Кластер «Ломоносов» ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы»			
<i>Зал «Архангельск»</i>		<i>Фойе зала</i>	
9:30-10:00		Регистрация участников	
10:00-10:30	Открытие конференции. Приветствия		Демонстрация разработок
10:30-12:00	Пленарное заседание «Цифровые технологии как фактор развития спортивной индустрии»		
12:00-12:20		Кофе-брейк	
12:20-13:20	Секция «Цифровые решения для физической культуры и спорта - 1»		
13:20-13:40		Кофе-брейк	
13:40-14:40	Секция «Цифровые решения для физической культуры и спорта - 2»		
14:40-15:00		Стендовая сессия	
15:00-15:30		Кофе-брейк	
15:30-16:30	Секция «Математика и информатика в науках о спорте»		
16:30-16:50		Кофе-брейк	
16:50-18:00	Обсуждение. Завершение работы первого дня конференции		

5 декабря 2023 г. ФГБУ ФЦПСР – онлайн формат	
10:00-11:20	Онлайн-сессия «Информационные технологии в физической культуре и спорте - 1»
11:20-11:30	Перерыв
11:30-13:00	Онлайн-сессия «Информационные технологии в физической культуре и спорте - 2»
13:00-13:30	Перерыв
13:30-14:20	Заседание редакционной коллегии научного издания «Российский журнал информационных технологий в спорте»
14:20-15:00	Собрание Ассоциации компьютерных наук в спорте
15:00	Завершение работы конференции

4 декабря 2023 г.

Кластер «Ломоносов» ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы»

10:00 – 10:30	Открытие конференции. Приветствия <i>Модератор: Ахмерова Кадрия Шамилевна</i>	
10:00 – 10:10	Матыцин Олег Васильевич Министр спорта Российской Федерации	Приветственное слово
10:10 – 10:20	Алексеев Владимир Геннадьевич Директор департамента цифровой трансформации и стратегического развития Минспорта России	Приветственное слово
10:20 – 10:30	Ольховский Роман Михайлович Первый вице-президент Российского студенческого спортивного союза, советник Министра спорта Российской Федерации, директор аналитического центра физической культуры и спортивных технологий Университета ИТМО	Приветственное слово
10:30 – 12:00	Пленарное заседание «Цифровые технологии как фактор развития спортивной индустрии» <i>Модератор: Сельский Андрей Константинович</i>	
10:30 – 12:00	Ольховский Роман Михайлович Российский студенческий спортивный союз, Университет ИТМО, Минспорт России Сазонов Василий Викторович МГУ им. М.В. Ломоносова Федоров Дмитрий Юрьевич Российский футбольный союз Иванова Татьяна Николаевна ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы» Тимме Егор Анатольевич ФГБУ «Федеральный центр подготовки спортивного резерва», Ассоциация компьютерных наук в спорте	Обсуждаемые вопросы: – специфика использования цифровых технологий в российском спорте; – развитие российского рынка высокотехнологического предпринимательства в спорте; – инвестиционная привлекательность рынка Спорттех; – инновационная инфраструктура как устранение барьеров для стартапов при выходе на рынок; – тренды развития рынка.
12:00 – 12:20	Кофе - брейк	
12:20 – 13:30	Секция «Цифровые решения для физической культуры и спорта - 1» <i>Модератор: Преображенская Анастасия Викторовна</i>	
12:20 – 12:30	Ахмерова Кадрия Шамилевна ФГБУ «Федеральный центр подготовки спортивного резерва», Ассоциация компьютерных наук в спорте Лапин Алексей Юрьевич Федерация спортивной медицины, ФГБУ «Федеральный центр подготовки спортивного резерва»	Формирование и внедрение системы непрерывного образования тренеров и специалистов в области спортивной подготовки

12:30 – 12:40	Джилкибаева Наталья Жан-Арысовна Российский футбольный союз	Система обмена данными тренировочных и соревновательных нагрузок РФС. Аналитический интерфейс для тренеров
12:40 – 12:50	Екатерина Дмитриевна Быстрицкая Марина Юрьевна Ростовцева Российский университет спорта (ГЦОЛИФК)	Формирование базовых модельных характеристик в эстетической гимнастике
12:50 – 13:00	Большаков Виктор Викторович АНО ВО «Университет Сириус»	Модель игровой деятельности в командных игровых видах спорта на примере хоккея с оценкой вклада пространственного внимания
13:00 – 13:10	Яковлев Анатолий Анатольевич Федерация хоккея России	Применение систем искусственного интеллекта для распознавания и оценки двигательных навыков и приемов в хоккее
13:10 – 13:20	Кобелькова Ирина Витальевна ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии» Коростелева Маргарита Михайловна ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии», ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им П. Лумумбы»	Применение новой программы «Научный инструмент анализа питания (НИАП)» в спортивной практике
13:20 – 13:40	Кофе-брейк	
13:40 – 14:40	Секция «Цифровые решения для физической культуры и спорта - 2» <i>Модератор: Преображенская Анастасия Викторовна</i>	
13:50 – 14:00	Власкин Дмитрий Николаевич ООО «Максипульс», Санкт-Петербург	Мониторинг нагрузки по параметрам производительности, полученным в субмаксимальных полевых тестах
14:00 – 14:10	Борисова Анастасия Николаевна ООО «Фора Вижен интеллектуальные системы»	Технологии искусственного интеллекта и компьютерного зрения для контроля выполнения физических упражнений
14:10 – 14:20	Бондаренко Алексей Валериевич ООО «СОБи»	Платформа бесплатной автоматизации спортивных федераций
14:20 – 14:30	Чиков Александр Евгеньевич ООО «Интеллектуальная поддержка тренировочного процесса»	Анализ техники исполнения прыжков и контроль нагрузки в фигурном катании на коньках с использованием системы RecSport
14:30 – 14:40	Костин Александр Александрович ООО «Государство Детей»	Управление отраслью спорта на уровне региона с помощью цифровых решений



14:40 – 15:00	Стендовая сессия <i>Модератор: Андреева Альбина Маратовна</i>	
14:40 – 14:45	Чойнжуров Аюр Жаргалович Российский университет спорта (ГЦОЛИФК), студент 2 курса магистратуры, научный руководитель Андреева А.М.	Цифровой профиль координации детей школьного возраста
14:45 – 14:50	Мелихова Татьяна Михайловна Уральский государственный университет физической культуры г. Челябинск	Смарт-технологии в экипировке спортсменов
14:50 – 14:55	Аникеев Василий Игоревич Российской университета спорта «ГЦОЛИФК»	Влияние тренировки дыхательных мышц на параметры внешнего дыхания и работоспособность футболистов 17-20 лет
14:55 – 15:00	Гонтарев Сергей Владимирович Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН	Комплекс для исследования временных параметров низкого старта
15:00 – 15:30	Кофе-брейк	
15:30 – 16:30	Секция «Математика и информатика в науках о спорте» <i>Модератор: Тищенко Елена Борисовна</i>	
15:30 – 15:40	Ковалева Анастасия Владимировна ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий» (НИИ Нормальной физиологии им. П.К. Анохина), ГКУ «Центр инновационных спортивных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы (ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта)	Классификация уровня сложности сенсомоторной задачи для спортсменов на основании физиологических показателей методами машинного обучения
15:40 – 15:50	Мазикин Иван Михайлович ГКУ «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Москомспорта	Влияние индивидуальных физиологических и психофизиологических детерминант целенаправленного поведения при формировании надежного прогноза неодинаковой результативности физической активности человека
15:50 – 16:00	Мельников Андрей Александрович Российский университет спорта (ГЦОЛИФК)	Реактивность Н-рефлекса икроножной мышцы при срочном утомлении мышц голени у спортсменов
16:00 – 16:10	Руднев Сергей Геннадьевич Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН МГУ им. М.В. Ломоносова	Состав тела спортсменов: история, методология и современное состояние исследований

16:10 – 16:20	Филиппов Вадим Викторович Зборовская Татьяна Владимировна МГУ имени М.В. Ломоносова	Апробация выявленной уязвимости самообучающейся программы для игры в го «KataGo»
16:20 – 16:30	Бессонов Роман Валерьевич Институт космических исследований РАН	Система автоматизированного сбора измерительной статистики для бейсбола
16:30 – 16:50	Кофе-брейк	
16:50 – 18:00	Обсуждение. Завершение работы первого дня конференции <i>Модератор: Сельский Андрей Константинович</i>	

10:00 – 17:00	Демонстрация разработок <i>Координатор: Борисова Анастасия Николаевна</i>	
10:00 – 17:00	Тихов Юрий Сергеевич ООО «Максипульс»	Аппаратно-программный комплекс «Максипульс. Командный мониторинг»
	Дутка Роман Олегович ООО «Бисайтпро»	Проект системы спортивного трекинга bsight.pro
	Минаев Андрей Янович Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук	Вибрационная биомеханика спортивных снарядов (Увеличение скорости на примерах лыж, клюшки, ракетки)
	Тращев Алексей Викторович ООО «Синтез»	UrT/Ваш персональный тренер

5 декабря 2023 г.  
ФГБУ ФЦПСР – онлайн формат

10:00 – 11:20	Онлайн-сессия «Информационные технологии в физической культуре и спорте - 1» <i>Модератор: Найданов Баир Намдакович</i>	
10:00 – 10:10	Ольховский Роман Михайлович Университет ИТМО, Российский студенческий спортивный союз, Минспорт России	Фиджитал технологии в высшем образовании
10:10 – 10:20	Виноградов Михаил Анатольевич Федерация альпинизма России	Модификация модели доза-ответ для количественного учета возрастных изменений в процессах утомления и тренированности
10:20 – 10:30	Марков Андрей Сергеевич Акционерное общество «Мой спорт»	Требования к оценке качества реализации дополнительных образовательных программ спортивной подготовки
10:30 – 10:40	Ермилычев Александр Валерьевич НРОСОФ Каратэ «Вадо-Кай»	Инновационный инструментарий для трехмерной визуализации VR тренировочного процесса и соревновательной деятельности

10:40 – 10:50	Перова Валентина Ивановна Летягина Е.Н., Башмуров Н.А. Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского	Применение искусственных нейронных сетей в анализе развития физической культуры и спорта
10:50 – 11:00	Акулич Николай Васильевич УЗ «Национальная антидопинговая лаборатория», ГУ «Республиканский научно-практический центр спорта», Минск, Республика Беларусь	Оптико-морфологический анализ эритроцитов для оценки адаптации спортсменов к гипоксии нагрузки
11:00 – 11:10	Пермяков Игорь Александрович Кафедра физического воспитания и спорта МГУ им. М.В. Ломоносова	Сравнительное исследование данных электродермальной активности студентов- спортсменов
11:10 – 11:20	Мальцева Олеся Николаевна НИЛ «Системы захвата и моделирования движения», СПбГЭТУ «ЛЭТИ»	Использование цифровых технологий в биомеханике для моделирования скелетно- мышечной системы при выполнении цикла упражнений «глубокий присед» и «полуприсед»
11:20 – 11:30	Перерыв	
11:30 – 13:00	Онлайн-сессия «Информационные технологии в физической культуре и спорте - 2» <i>Модератор: Тимме Егор Анатольевич</i>	
11:30 – 11:50	Dr. Hayri ERTAN Eskisehir Technical University, Turkiye	Performance Evaluation Approaches in High Level Sports
11:50 – 12:00	Денисова Наталья Николаевна Кешабянц Эвелина Эдуардовна ФИЦ питания и биотехнологии	База данных химического состава продуктов и блюд как инструмент оценки фактического питания спортсменов
12:00 – 12:10	Петров Михаил Николаевич Симаков Сергей Сергеевич Московский физико-технический институт (МФТИ) Книга А., Дьяченко Д.Л., Дубоделов А.В. ООО «Акселерэйшн»	Контроль выполнения спортивных упражнений и диагностики заболеваний опорно-двигательной системы с помощью аппаратно- программного комплекса на основе алгоритмов машинного обучения
12:10 – 12:20	Васильев Глеб Альбертович Лаборатория исследований спорта НИУ «Высшая школа экономики»	Анализ эффективности выполнения бросков в керлинге в решающие моменты игры
12:20 – 12:30	Мифтахов Рустем Фаридович Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань	Реализация магистерской программы по спортивной аналитике
12:30 – 12:40	Глебова Екатерина Андреевна Университет Париж-Саклэ, Париж, Франция	Цифровые двойники в спорте: ключевые концепты

12:40 – 12:50	Кубеев Александр Владимирович ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФНЦ «ВНИИФК»)	О разработке мониторинга спортивной подготовки спортсменов высокого класса в велосипедном спорте
12:50 – 13:00	Горбунов Евгений Дмитриевич ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФНЦ «ВНИИФК»)	Математическая модель прогнозирования спортивного результата в велосипедном спорте
13:00 – 13:30	Перерыв	
13:30 – 14:20	Заседание Редакционной коллегии научного издания «Российский журнал информационных технологий в спорте» <i>Председатель: Тимме Егор Анатольевич</i>	
14:20 – 15:00	Собрание Ассоциации компьютерных наук в спорте <i>Председатель: Тимме Егор Анатольевич</i>	
15:00	Заккрытие конференции <i>Ахмерова Кадрия Шамилевна</i>	

Видеозапись научно-практической конференции «День спортивной информатики»:

4 декабря 2023

<https://rutube.ru/video/55492ca663608b2ea232cf3de91cd80d/>

5 декабря 2023

<https://rutube.ru/video/95df0cbb3f16b1a89c6c168a1b724c4d/>

### Список литературы

1. План проведения научных конгрессов и конференций Министерства спорта Российской Федерации в 2023 году. URL:

[https://www.spbniifk.ru/sites/default/files/projects/docs/conferences/plan\\_konf\\_minsport\\_2023.pdf](https://www.spbniifk.ru/sites/default/files/projects/docs/conferences/plan_konf_minsport_2023.pdf)

(дата обращения 08.02.2024)

### References

1. The plan of scientific congresses and conferences of the Ministry of Sports of the Russian Federation in 2023. URL:

[https://www.spbniifk.ru/sites/default/files/projects/docs/conferences/plan\\_konf\\_minsport\\_2023.pdf](https://www.spbniifk.ru/sites/default/files/projects/docs/conferences/plan_konf_minsport_2023.pdf)

(accessed 08.02.2024) (in Russian).

---

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ БОЙЦОВ СМЕШАННЫХ ЕДИНОБОРСТВ В ПОЕДИНКЕ

Пугачев И.Ю.<sup>1</sup>, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории  
и организации физической культуры, *pugachyov.i@yandex.ru*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»,  
Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** На основании медиа визуализации и изучения 46 поединков лучших по международному рейтингу профессионалов смешанных единоборств верифицирована и уточнена дифференциация по степени проявления акцентов технических действий в поединке. Степень значимости элементов структуры технических действий распределена с преимущественным доминированием ударной техники руками и ногами, и в меньшей степени – бросковой техники.

**Ключевые слова:** смешанные единоборства, технические действия, структура

---

## A STUDY OF TECHNICAL ACTION OF MIXED MARTIAL ARTS FIGHTERS IN A DUEL

**Pugachev I.Yu.**<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Pedagogy, Associate Professor, Associate Professor of  
the Department of Theory and Organization of Physical Culture, *pugachyov.i@yandex.ru*

<sup>1</sup> Herzen Russian State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

**Abstract.** Based on the media visualization and study of 46 duels of the best mixed martial arts professionals according to the international rating, the differentiation according to the degree of manifestation of the accents of technical actions in the duel was verified. The degree of importance of the elements of the structure of technical action is distributed with the predominance of striking techniques with hands and feet and, to a lesser extent, of throwing techniques.

**Keywords:** mixed martial arts, technical actions, structure

---

**Обоснование.** Анализ результативности поединков бойцов смешанного стиля единоборств проводился рядом авторов [1-4]. При всей насыщенности теории спортивной

подготовки атлетов смешанного боевого единоборства появление новых направлений контактных единоборств вызывает необходимость оценки наиболее значимых элементов технических действий.

**Цель:** ранжирование элементов технических действий профессионалов смешанных единоборств в рейтинговом поединке по степени значимости.

**Методы.** Объект исследования – профессионалы смешанных единоборств, методы исследования – медиа визуализация, биометрия.

**Результаты.** На основании медиа визуализации и изучения 46 поединков лучших профессионалов смешанных единоборств по международному рейтингу (Джон Джонс, Андерсон Силва, Жорж Сен-Пьер, Федор Емельяненко, Деметриус Джонсон, Хабиб Нурмагомедов, Жозе Алдо, Дэниэл Кормье, Конор Макгрегор, Мэтт Хьюз, Виктор Смоляр, Ислам Махачев, Евгений Гончаров, Сайгид Изагахмаев, Анатолий Токов) нами верифицирована и уточнена следующая дифференциация времени поединка по степени проявления акцентов технических действий (рис. 1). Удары руками в голову – 41,2%; удары ногами по ногам – 15,7 %; удары ногами в корпус – 11,1%; броски без отрыва ног от ковра – 8,0%; броски с отрывом ног от ковра – 6,0%; болевые приемы (удушения) – 4,8%; удержания – 3,9%; удары ногами в голову – 2,0%; удары руками в корпус – 2,0%; броски с высокой амплитудой – 0,4%; иные действия в борьбе (индивидуальные вариации технических действий) – 4,8%.

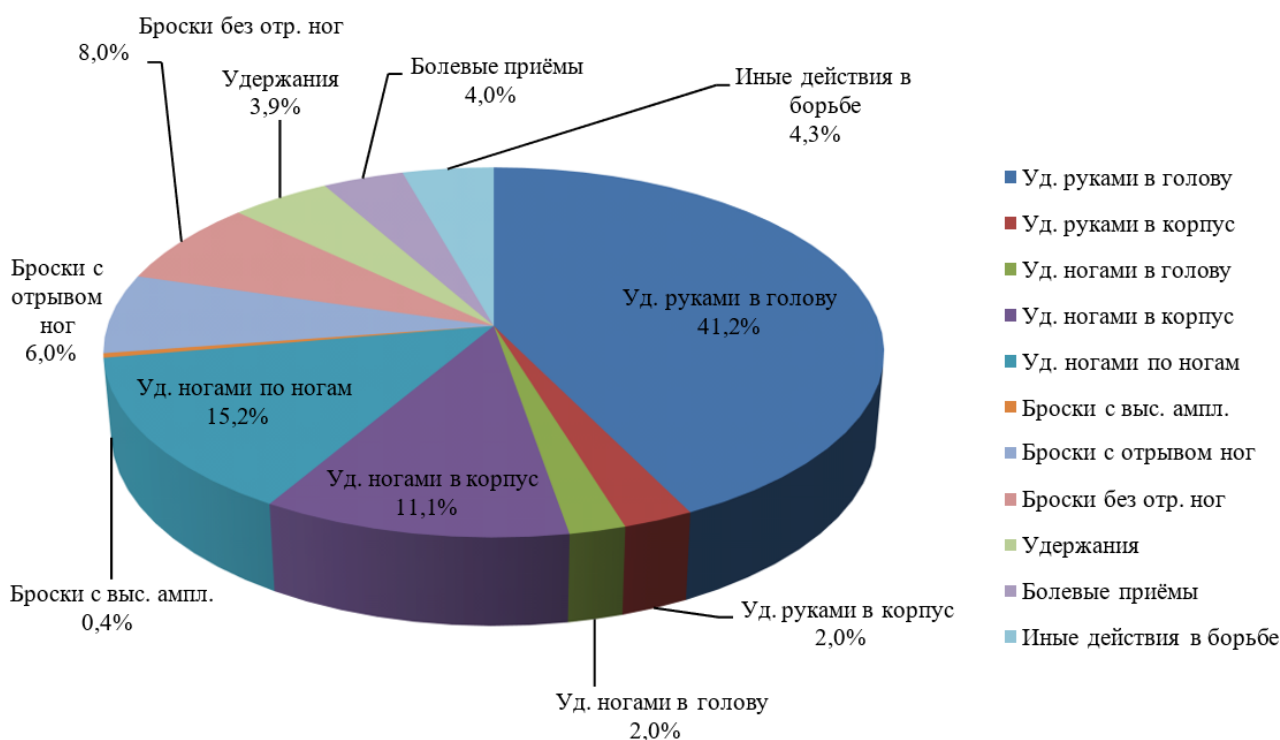


Рисунок 1. Процентное соотношение различных технических действий в арсенале ведущих бойцов смешанных единоборств

**Заключение.** Степень значимости элементов структуры технических действий профессионалов смешанных единоборств в рейтинговом поединке распределена с преимущественным доминированием, прежде всего, ударной техники руками и ногами; среднюю позицию занимают броски (сваливания). Таким образом, усилия тренировочного процесса бойцов должны быть акцентированно ориентированы на 60% времени для ударной техники и на 40% времени – для борцовской техники.

**Практическая значимость.** Полученные результаты могут быть использованы для коррекции методики подготовки высококвалифицированных бойцов смешанных единоборств в сторону пополнения арсенала технических приемов элементами ударной и бросковой техники в определенных пропорциях и их совершенствования.

### Список литературы

2. Дамдинцурунов В.А., Ваганова К.В., Тедорадзе А.С., Пьянников В.С. Классификация техники атакующих действий смешанного боевого единоборства (ММА) // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 3. – С. 49-51.
3. Губин О.В., Вареников Н.А., Тютин С.С., Обухов А.А., Полуян И.В. Оценка технической подготовленности в смешанном боевом единоборстве (ММА) // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 2 (204). – С. 108-112. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2022.2.p108-112
4. Пугачев И.Ю. Теоретико-методологические проблемы реактивной маневренности двигательного потенциала профессиональных бойцов ММА // ОБЖ: Основы безопасности жизни. – 2022. – № 4. – С. 18-24.
5. Пугачев И.Ю. Теоретико-методологические проблемы резонансного переноса подготовленности профессионалов ММА // ОБЖ: Основы безопасности жизни. – 2022. – № 5. – С. 38-43.

---

### References

2. Damdintsurunov V.A., Vaganova K.V., Tedoradze A.S., Pyannikov V.S. Classification of offensive holds in mixed martial arts (MMA). *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2016, No 3, pp. 49-51 (in Russian).
3. Gubin O.V., Varenikov N.A., Tyutin S.S., Obukhov A.A., Poluyan I.V. Assessment of technical readiness in mixed martial arts (MMA). *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], 2022, No 2 (204), pp. 108-112 (in Russian). DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2022.2.p108-112

4. Pugachev I.Yu. Theoretical and methodological problems of reactive maneuverability of the motor potential of professional MMA fighters. *OBZh: Osnovy bezopasnosti zhizni* [OBZH: The Basics of Life Safety], 2022, No 4, pp. 18-24 (in Russian).
5. Pugachev I.Yu. Theoretical and methodological problems of resonant transfer of preparedness of MMA professionals. *OBZh: Osnovy bezopasnosti zhizni* [OBZH: The Basics of Life Safety], 2022, No 5, pp. 38-43 (in Russian).



---

# ОПТИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭРИТРОЦИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Акулич Н.В.<sup>1,2</sup>, кандидат биологических наук, *akulichn@gmail.com*

<sup>1</sup> Учреждение здравоохранения «Национальная антидопинговая лаборатория», агрогородок  
Лесной, Минский район, Республика Беларусь

<sup>2</sup> Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта»,  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Цель исследования состояла в разработке методики оценки кислородтранспортной функции эритроцитов крови спортсменов с использованием имеющегося универсального оборудования на базе микроскопа рутинного класса. С использованием табличного редактора производилось построение оптического профиля клетки с расчетом характеристик тора и пэллора. Проведена оценка адаптивных изменений эритрона к высотной гипоксии, получены удовлетворительные данные диагностики перенапряжения. Установлено, что высота тора и длина пэллора являются определяющими для мониторинга состояния спортсмена в течение сезона.

**Ключевые слова:** эритроциты, микроскопия, цифровое изображение

---

## USING AN IMAGE ANALYSIS SYSTEM FOR OPTICAL AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF ERYTHROCYTES

Akulich N.V.<sup>1,2</sup>, Candidate of Sciences in Biology, *akulichn@gmail.com*

<sup>1</sup> National Anti-Doping Laboratory, ag. Lesnoy, Republic of Belarus

<sup>2</sup> Republican Scientific and Practical Sports Center, Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The purpose of the study was to develop a methodology for evaluating the oxygen transport function of erythrocytes of athletes using conventional equipment based on a routine class microscope. The optical profile of the cell was constructed, the adaptive changes of erythron to high-altitude hypoxia were evaluated with the calculation of the characteristics of the torus and pallor, and satisfactory data on the diagnosis of overloading were obtained. It was found that the height of the torus and the length of the pall are crucial for monitoring the condition of an athlete during the season.

**Keywords:** erythrocytes, microscopy, digital image

**Обоснование.** Стоящие перед спортивной медициной задачи требуют внедрения новых цифровых технологий в области гематологии и, в частности, эритроцитометрии. В настоящее время внедрение информационных технологий, реализованных с помощью систем анализа изображений, позволило создать специализированные комплексы в области генетики, гематологии, исследований микроциркуляторного кровотока и др. Основными принципами работы созданных автоматизированных аппаратно-программных комплексов на базе световой микроскопии являются биофизические и морфологические методы определения оптической плотности и геометрических характеристик объекта. Прогрессивной разработкой в этой области стали исследования А.В. Жукоцкого, в результате которых им была создана новая отрасль – морфоденситометрия, где на основании авторских подходов осуществлялась реконструкция и преобразование изображений биологических объектов с последующим их интегрированием и получением количественных показателей субклеточных структур [1, 2]. Для персонифицированного мониторинга кислородтранспортной функции крови спортсмена, оценки адаптивных изменений эритронов к интенсивным физическим нагрузкам требуется создание эффективной методики анализа эритроцитов крови.

**Цель:** разработка методики оценки кислородтранспортной функции эритроцитов при проведении анализа крови спортсменов с использованием имеющегося универсального оборудования на базе микроскопа рутинного класса.

**Методы.** Для реализации предлагаемой разработки необходимо получение цифрового полутонового изображения эритроцитов мазка периферической крови с последующей его обработкой при помощи свободно распространяемого программного обеспечения для оптико-морфологической характеристики эритроцитов. На базе учреждения здравоохранения «Национальная антидопинговая лаборатория» мазки периферической крови фиксировались метанолом и окрашивались эозин метиленовым синим (по Романовскому). Для каждого препарата создавали архив изображений не менее 300 эритроцитов с участков мазка, содержащих монослой эритроцитов. В исследовании использовался микроскоп OLYMPUS BX-53, дополненный цифровой видеокамерой. Архивы полутоновых (8-битных) изображений эритроцитов подвергались преобразованию при помощи математических фильтров, получая высококонтрастное изображение (рис. 1). Нормирование фона производилось на этапе получения изображений клеток.

**Результаты.** С использованием свободно распространяемого табличного редактора Libre Office Calc производилось построение оптического профиля клетки с расчетом характеристик вогнутой (пэллор) и тороидальных частей. Проведена оценка адаптивных изменений эритронов к высотной гипоксии, получены удовлетворительные данные диагностики перенапряжения. Установлено, что в ходе мезоцикла происходит постепенное

нарастание высоты тора красных кровяных телец, а успешность адаптации к физической нагрузке, особенно в условиях среднегорья, зависит от выраженности пэллора.

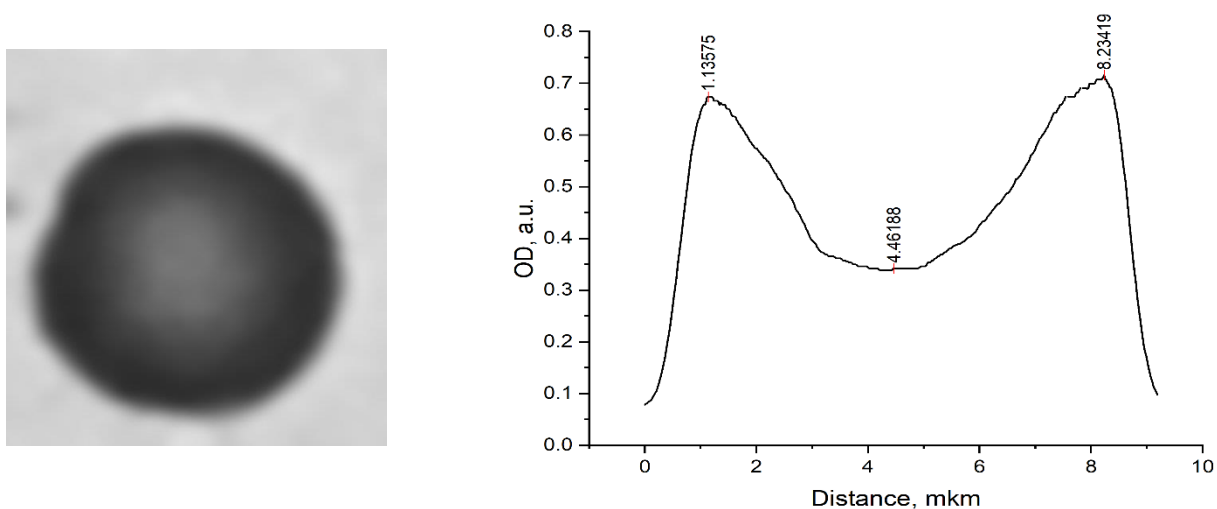


Рисунок 1. Слева – фото эритроцита ( $\times 1000$ ), справа – гистограмма распределения оптической плотности эритроцита с определением экстремумов оптической плотности тора и пэллора

**Заключение.** Таким образом, предложена технология анализа эритроцитов крови в норме и при физических нагрузках. Предлагаются подходы для морфологического и денситометрического анализа безъядерных клеток периферической крови. Установлено, что высота тора и длина пэллора являются определяющими для мониторинга состояния спортсмена в течение сезона.

### Список литературы

1. Жукоцкий А.В. Компьютерная телевизионная морфоденситометрия нормальных и патологических структур клеток и тканей: Дисс. ... д-ра мед. наук. М., 1992. – 496 с.
2. Коган Э.М., Жукоцкий А.В., Говорун В.М., Момыналиев К.Т., Потапов И.А. с соавт. Использование компьютерной морфоденситометрии в современной молекулярно-диагностической практике // Вопросы медицинской химии. – 1998. – Т. 44, № 6. – С. 527-536.

---

### References

1. Zhukotsky A.V. Computer television morphodensitometry of normal and pathological structures of cells and tissues. Doctoral thesis. M., 1992. – 496 p (in Russian).
2. Kogan E.M., Zhukotsky A.V., Govorun V.M., Momynaliev K.T., Potapov I.A. et al. The use of computer morphodensitometry in modern molecular diagnostic practice. *Voprosy medicinskoj himii* [Questions of Medical Chemistry], 1998, Vol. 44, No 6, pp. 527-536 (in Russian).

---

## ФИНАНСИРОВАНИЕ СПОРТИВНЫХ ФЕДЕРАЦИЙ КАК ИГРА С НУЛЕВОЙ СУММОЙ

Аркалов Д.П.<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, [lao48@yandex.ru](mailto:lao48@yandex.ru)

<sup>1</sup> Министерство по физической культуре и спорту Удмуртской Республики,  
Удмуртская Республика, Ижевск, Россия

**Аннотация.** Спортивные федерации как некоммерческие организации играют важную роль в развитии общественного сектора и развитии выбранных видов спорта, отвечая за их популяризацию и развитие. Они являются мощным потенциалом и инструментом для решения проблем в сфере физической культуры и спорта, которые не решают государственные и муниципальные спортивные учреждения. Спортивные федерации как акторы являются наиболее мобильными в плане коммуникаций с государством и бизнесом. В российской практике государственной поддержки спорта бюджетные средства составляют преобладающую часть в финансовом обеспечении региональных спортивных федераций, что не может не сказываться на итоговом объеме их финансирования: при ограниченном бюджете чем больше спортивных федераций, тем меньше может каждая из них получить. В данной ситуации выбранная бюджетная политика может как помочь в развитии видов спорта, так и привести к упадку. Поэтому формирование понятных и объективных правил получения финансовой поддержки от государства является важным фактором в честной конкуренции за ресурсы. В настоящем исследовании предложена модель распределения финансовых ресурсов между спортивными федерациями. Модель построена на объективных, измеримых и проверяемых показателях, которые описывают количественные и качественные характеристики спортсменов, кадровый потенциал и организаторские способности. Все показатели рассчитываются в соотношении друг относительно друга, а отправной точкой для расчетов является спортсмен, тарифицированный в спортивной школе. На выходе модель формирует сбалансированную систему, отношения внутри которой меняются при изменении количественных и (или) качественных характеристик показателей, а также определяет логически обоснованный порядок финансирования каждого конкретного вида спорта.

**Ключевые слова:** распределение ресурсов, финансирование спортивных федераций, игра с нулевой суммой

---

# FINANCING SPORTS FEDERATIONS

## AS A ZERO-SUM GAME

Arkalov D.P.<sup>1</sup>, Candidate of Economic Sciences, *lao48@yandex.ru*

<sup>1</sup> Ministry of Physical Culture and Sports of the Udmurt Republic, Izhevsk, Russia

**Abstract.** Sports federations as non-profit organizations play an important role in the development of the public sector and the development of selected sports, being responsible for their popularization and development. They are a powerful potential and tool for solving problems in the field of physical culture and sports that are not solved by state and municipal sports institutions. Sports federations as actors are the most mobile in terms of communication with both the state and business. In the Russian practice of state support for sports, budgetary funds constitute the predominant part in the financial support of regional sports federations, which cannot but affect the final extent of their financing: with a limited budget, the more sports federations, the less each of them can receive. In this case, the chosen budget policy can either help in the development of sports or lead to decline. Therefore, the formation of clear and objective rules for obtaining a certain amount of financial support from the state is an important factor in fair competition for resources. This study proposes a model for the distribution of financial resources among sports federations. The model is built on objective, measurable and verifiable indicators that characterize the quantitative and qualitative characteristics of athletes, personnel potential and organizational abilities. All indicators are calculated in relation to each other, and the starting point for calculations is the athlete who is enrolled in the sports school. At the output, the model forms a balanced system, the relationships within which change when the quantitative and (or) qualitative characteristics of the indicators change, as well as a logically sound order of financing for each specific sport.

**Keywords:** distribution of resources, financing of sports federations, zero-sum game

---

**Обоснование.** В российской практике большинство спортивных федераций получают финансовую поддержку за счет бюджетных средств. Объем финансирования зависит от величины бюджетных средств, предусмотренных на данные цели. И одно дело, когда финансовую поддержку от государства ожидают 20 спортивных федераций, а другое – когда их более 100. При ограниченном бюджете получить большее финансирование спортивная федерация может за счет другой спортивной федерации, т.е. выигрыш одной возможен при проигрыше другой. Таким образом, сумма выигрыша переходит от одного игрока к другому, не поступая из дополнительных источников. В теории игр такая ситуация называется игрой с

нулевой суммой [1]. С позиции теории систем это интенсивный способ развития за счет уплотнения ресурсов на одном направлении путем их перераспределения во всей системе.

**Цель:** Целью исследования является разработка модели бюджетного финансирования спортивных федераций. Данная модель характеризуется как закрытая система [2], имеющая один вход и один выход. Основными участниками (элементами) данной системы являются люди: спортсмены, тренеры, спортивные судьи, которые имеют определенные качества, ценные для данной системы. Указанные качества (мастер спорта, заслуженный тренер и т. д.) являются результатом, который формируется в сфере спорта. Соотношения их внутри системы определяют удельный вес или редкость элементов и, соответственно, значимость для системы. Значимость для системы дополнительно регулируется коэффициентами, которые определяют принадлежность элементов к подсистемам (олимпийский или паралимпийский, базовый вид спорта). Спортивные соревнования рассматриваются как реализованный потенциал спортсменов, выраженный в спортивном результате или состоявшемся спортивном событии. Победа, поражение, ничья или состоявшееся спортивное мероприятие также определяют отношения элементов относительно друг друга, других элементов и место в системе.

**Методы.** При распределении денежных средств среди спортивных федераций сформированы 4 группы показателей.

Первая группа «Общее количество спортсменов, организовано занимающихся данным видом спорта» включает в себя 2 показателя: 1) численность тарифицированных спортсменов согласно форме статистической отчетности № 5-ФК; 2) общее количество занимающихся избранным видом спорта согласно форме статистической отчетности № 1-ФК.

Вторая группа «Подготовка спортивного резерва» включает в себя следующие показатели: количество занятых мест на официальных всероссийских и международных соревнованиях (4-6, 3, 2, 1 места); количество проведенных в регионе всероссийских и международных соревнований; квалификация спортсменов (кмс, мс, мсмк, змс); количество спортсменов в резервном и основном составе сборной команды России.

Третья группа показателей «Кадровое обеспечение вида спорта» включает в себя показатели, характеризующие тренерский штаб и судейский корпус вида спорта.

К четвертой группе показателей относятся коэффициент «Олимпийский/Паралимпийский» и коэффициент «Базовый вид спорта» [3].

При расчете количества баллов отправной точкой является спортсмен, который систематически занимается спортом и тарифицирован в спортивном учреждении. Один спортсмен приравнивается к 1 баллу. Далее, все показатели рассчитываются относительно спортсмена. По завершении расчетов и после нахождения общей суммы баллов для каждой спортивной федерации рассчитывается общая сумма баллов. В зависимости от объема

финансирования стоимость одного балла будет варьироваться, она рассчитывается как отношение объема финансирования к общей сумме баллов. Далее рассчитывается размер финансирования каждой спортивной федерации исходя из набранного количества баллов.

**Результаты.** В результате получается сбалансированная система финансирования спортивных федераций, отношения внутри которой меняются при изменении количества и (или) качества ее элементов. Входные ресурсы в виде финансов распределяются по видам спорта на основании соотношений элементов системы, выдавая на выходе логически обоснованный порядок финансирования каждого конкретного вида спорта, относящегося к системе. В свою очередь, вид спорта может не принадлежать системе, если он не культивируется в соответствующем регионе. Зная удельный вес каждого показателя, спортивная федерация может выбрать для себя стратегию развития. Выбор стратегии представляет собой игру в закрытой системе, в которой при увеличении количества баллов у одной спортивной федерации увеличивается суммарное количество баллов по всем участникам. В результате меняется стоимость одного балла и, как следствие, финансирование одних увеличивается, а других уменьшается. В идеале может сложиться так, что у всех спортивных федераций будет одно и то же количество баллов. Тогда и финансирование федераций будет одинаковым, но вероятность этого мала.

**Заключение.** Обоснованное и прозрачное распределение финансовых ресурсов между спортивными федерациями покажет реальный объем возможного финансирования в пределах предусмотренных бюджетных средств. По объему финансирования возможно будет сделать заключение о результативности спортивных федераций и спросе как на спортивные услуги, так и на физкультурно-оздоровительные услуги по соответствующему виду спорта. Описанная модель позволит сформировать критерии поддержки спортивных федераций как государственных общественных организаций сферы услуг.

### Список литературы

1. Шуликовская В.В. Теория игр. Ижевск: Бон Анца, 2016. – 304 с.
2. Артюхов В.В. Общая теория систем: самоорганизация, устойчивость, разнообразие, кризисы. 4-е изд. М.: ЛЕНАНД, 2019. – 224 с.
3. Литвин А.В., Шуликовская В.В., Аркалов Д.П. Методика распределения бюджетного финансирования по видам спорта (спортивным федерациям) в регионе на примере Удмуртской Республики // Финансовая экономика. – 2018. – № 5. – С. 74-79.

## References

1. SHulikovskaya V.V. *Teoriya igr* [Game theory]. Izhevsk, Bon Anca, 2016. – 304 p (in Russian).
2. Artyuhov V.V. *Obshchaya teoriya sistem: samoorganizaciya, ustojchivost', raznoobrazie, krizisy. 4-e izd* [General Systems Theory: Self-organization, Stability, Diversity, Crises. 4th ed.]. M., LENAND, 2019. – 224 p. (in Russian).
3. Litvin A.V., SHulikovskaya V.V., Arkalov D.P. Methodology for the distribution of budget funding by type of sport (sports federations) in the region: using the example of the Udmurt Republic. *Finansovaya ekonomika* [Financial Economics], 2018, No 5, pp. 74-79 (in Russian).



---

# ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРЕДИКТОР РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ИГРОКОВ БАСКЕТБОЛЬНОЙ КОМАНДЫ СУПЕРЛИГИ РОССИИ

**Пугачев И.Ю.**<sup>1</sup>, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории  
и организации физической культуры, *pugachyov.i@yandex.ru*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»,  
Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** В данном исследовании определялся вероятностный прогноз наиболее значимых бинарных элементов результативности игрока. Составной предиктор-критерий включал взрывное преодоление отрезка в 5 м, ударный дриблинговый прорыв и показатель мыслительной антиципации.

**Ключевые слова:** баскетболист, интегральный критерий, предиктор результативности

---

## INFORMATION PREDICTOR OF THE PERFORMANCE OF PLAYERS OF THE RUSSIAN SUPER LEAGUE BASKETBALL TEAM

**Pugachev I.Yu.**<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Pedagogy, Associate Professor, Associate Professor of  
the Department of Theory and Organization of Physical Culture, *pugachyov.i@yandex.ru*

<sup>1</sup> Herzen Russian State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

**Abstract.** In this study, the probabilistic forecast of the most significant binary elements of the player's performance was determined. The composite predictor-criterion included explosive overcoming of the 5 m segment, striking dribbling break, and mental anticipation index.

**Keywords:** basketball player, integral criterion, performance predictor

---

**Обоснование.** В традиционно сложившихся классических игровых дисциплинах обобщенным компонентом выступают бинарные специальные навыки моторики, вызывающие сдвиги анаэробных и аэробных ферментов, размера мышечных волокон, пикового значения лактата крови, гипертрофии и гиперплазии морфологических компонентов

тела, психоэмоциональных проявлений. Тренерским штабом в настоящее время применяется параметр «коэффициент полезных действий» (или однотипный аналог) на основании медиа просмотра прошедшей игры (матча), в котором выявляются и количественно фиксируются положительные технические моменты реализации тем или иным игроком [1]. Усматривается, что совершенная ассимилированная установка параметра «пользы моторики» изобилует моментами взрывных столкновений (противодействий) атлетов на фоне работы коллектива команды, доведенной до автоматизма, гетерогенных реактивных действий под разными углами реализации. Однако в настоящее время отсутствует универсальный концепт в виде интегрального показателя полезности действий (ИППД) баскетболиста, который уверенно мог бы спрогнозировать вероятный результат игры, иначе он был бы широко представлен и рекламирован в федеральном стандарте спортивной подготовки по виду спорта «баскетбол».

**Цель:** разработать максимально комплексный интегральный показатель полезности действий игрока, который мог иметь тенденцию прогноза вероятного результата матча (на примере Баскетбольного Клуба (БК) Суперлиги Чемпионата России «БК Тамбов»).

**Методы.** Объект – баскетболисты БК Тамбов, методы исследования – медиа визуализация, биометрия, педагогический формирующий эксперимент, прогнозирование, моделирование.

**Результаты.** Алгоритм процедуры эксперимента заключался в следующей схеме: выявление валидных показателей прогноза результативности игры атлетов путем изучения интеркорреляционной матрицы и медиа-анализа 30 последних матчей лучших клубов NBA с квалитметрической фиксацией наиболее «ходового» элемента, решающего ключевую роль в победе → разработка ситуационных заданий для развития оперативно-реактивного игрового мышления → группировка признаков в единый ИППД, фиксированный в условной 9-ти балльной шкале, сформированной по показателю среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ). В эмпирических изысканиях задействовались 20 атлетов среднего возраста  $23,1 \pm 0,9$  лет. В двумерную биометрическую матрицу интеркорреляций Бравэ-Пирсона ( $r$ ) было заложено 20 параметров тестирования игроков. Выявлена значимость взрывного преодоления отрезка в 5 м ( $r = 0,952$ ), а также техническая комбинация «ударный дриблинговый прорыв» (коэффициент множественной корреляции  $R$  многомерной биометрии был эквивалентен  $0,892 \rightarrow$  линейное уравнение регрессии:  $Y = 22,01 + 0,45 \times X7 - 0,055 \times X3 - 0,0023 \times X6$ , где  $X3, X6, X7$  – порядковые номера расположения элементов, подвергнутых биометрическому анализу). Доверительный интервал при 5%-ном уровне значимости в 5-м отрезке соответствовал  $\pm 8,1 \times 2 = \pm 16,2\%$ . Среднестатистическая величина взрывной реализации 5 м составляла  $1,203 \pm 0,041$  с (вариативный ряд интервалов  $0,989$  с  $\leftrightarrow$   $1,565$  с). Для тренировки действий «ударным дриблинговым прорывом» нами разработана «Штурмовая полоса препятствий»: взрывная

реализация 30 м отрезка через выталкивающее прохождение 12 висящих блоков из шести непредсказуемо качающихся автопокрышек. Диапазон бинарного норматива выполнения теста составлял 15–29 с. Результат соотносился с «коэффициентом рейтинга игрока». Ситуационные задания для развития оперативно-реактивного игрового мышления разрабатывались нами с использованием медиа средств: для контроля и развития антиципации испытуемым давалось 10 мин на просмотр матча любых команд в режиме online. Затем участникам эксперимента предлагалось, исходя из вынесенных впечатлений, определить, какая из команд победит, и какой атлет каждой из команд будет определен как самый полезный игрок. По ответам составлялась ранговая таблица матрицы результатов в 9-ти балльной шкале.

**Заключение.** Составной предиктор-критерий включал: взрывное преодоление отрезка в 5 м; «ударный дриблинговый прорыв» на смоделированной «Штурмовой полосе препятствий»; рейтинговый показатель мыслительной антиципации по предварительному 10-минутному медиа анализу тактико-технических флуктуаций других игроков. Рассчитанный критерий Стьюдента установил 95% величину безошибочного прогноза ( $t=2,3$ ;  $p<0,05$ ). Это дает возможность распространить исследование на более репрезентативную выборку атлетов.

### Список литературы

1. Юрченко А.Л., Киселев А.О., Разновская С.В. с соавт. Модернизация контента управления состоянием соревновательной готовности квалифицированных атлетов на этапе спортивного совершенствования // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 10 (212). – С. 514-519. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2022.10.p514-519

---

### References

1. Jurchenko A.L., Kiselev A.O., Raznovskaja S.V. et al. Modernizacija kontenta upravlenija sostojaniem sorevnovatel'noj gotovnosti kvalificirovannyh atletov na jetape sportivnogo sovershenstvovanij. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*. [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], 2022, No 10 (212), pp. 514-519 (in Russian). DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2022.10.p514-519

---

## ФАКТОРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ КОНДИЦИОННОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ МАСТЕРОВ ПАРУСНЫХ ГОНОК НА ЯЛ-6

Пугачев И.Ю.<sup>1</sup>, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории и организации физической культуры, *pugachyov.i@yandex.ru*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Факторным анализом выявлены параметры, имеющие наибольшую коммуналность: бег на 1 и 3 км; подтягивание на перекладине; поднятие гири; плавание на 100 м; бег на 100 м. Очевидно, что при включении в комплекс программы трех контрольных упражнений, показатели коммуналности их должны быть достаточно высокими.

**Ключевые слова:** парусные гонки, мастера Ял-6, кондиционная подготовленность, структура

---

## FACTOR IDENTIFICATION OF THE STRUCTURE OF CONDITION PREPAREDNESS OF MASTERS OF SAILING RACES ON YAL-6

**Pugachev I.Yu.**<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Pedagogy, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Theory and Organization of Physical Culture, *pugachyov.i@yandex.ru*

<sup>1</sup> Herzen Russian State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

**Abstract.** Factor analysis revealed the parameters that have the greatest communality: running for 1 and 3 km; pull-ups on the bar; lifting a kettlebell; 100 m swimming; 100 m running. Obviously, when three control exercises are included in the program, their communality indicators should be quite high.

**Keywords:** sailing races, Yal-6 masters, conditioning, structure

---

**Обоснование.** Атлетам высокого класса в парусных гонках на Ял-6 в рамках сенсбилизации предпочтительны пространственно-координационные параметры и компоненты системы управления движениями [1-3]. В аспекте двигательной подготовленности, являющейся энергетической базой резонансного переноса тренированности специфических компонентов, и информации о степени значимости основных физических качеств имеет место недостаточность научного обоснования положений.

**Цель:** определить валидность структуры кондиционной подготовленности мастеров парусных гонок на Ял-6 на базе исследования команды чемпионов России (Москва).

**Методы.** Объект – команда мастеров на Ял-6, методы исследования – тестирование, биометрия, факторный анализ.

**Результаты.** В результате факторного анализа было получено 6 собственных векторов корреляционной матрицы в порядке уменьшения их собственных значений и вклада каждого из них в обобщенную долю выборки. Результаты «варимакс-решения» даны в канонической форме, т.е. порядок факторов соответствует их вкладу в суммарную дисперсию выборки (табл. 1).

Таблица 1. Матрица факторных нагрузок

Контрольные Упражнения	H <sup>2</sup>	Факторы					
		1	2	3	4	5	6
1. Бег на 1 км	0,724	0,749	0,119	0,094	0,377	0,304	0,146
2. Бег на 3 км	0,808	0,910	0,002	0,025	0,077	0,232	0,034
3. Бег на 100 м	0,632	0,112	0,137	0,396	0,375	0,310	0,564
4. Кросс на 5 км	0,522	0,816	0,016	0,177	-0,061	0,113	-0,152
5. Поднимание гири	0,643	-0,192	0,119	-0,204	-0,087	-0,912	0,034
6. Подтягивание на перекладине	0,727	-0,158	-0,020	-0,119	0,024	-0,925	-0,096
7. Плавание на 100 м вольным стилем	0,658	0,110	0,055	-0,019	-0,844	-0,053	0,054
8. Комплекс приемов рукопашного боя (РБ-1)	0,564	-0,104	-0,216	-0,855	0,008	-0,137	0,026
9. Удержание угла в упоре на брусьях	0,553	0,121	-0,004	0,888	0,123	0,151	0,130
10. Комплексное упражнение на ловкость	0,347	0,019	-0,905	-0,025	-0,098	-0,032	0,050

В процессе анализа матрицы факторных нагрузок были выявлены имеющие наибольшую коммунальность (H<sup>2</sup>), которая определяет влияние каждого теста на факторы в целом. Наибольшей коммунальностью обладают бег на 1 и 3 км (общая выносливость), подтягивание на перекладине, поднимание гири, плавание на 100 м, бег на 100 м. Очевидно, что при включении в экспериментальный комплекс программы трех контрольных упражнений

показатели коммунальности их должны быть достаточно высокими. В этом случае предоставляется возможность по минимальному набору тестов более полно оценить уровень физической готовности атлетов-парусистов. Вместе с тем, при необходимости оценки качества программного материала целесообразно расширить круг упражнений (метод «накопления»), включая в качестве критерия отбора тестов величину факторной нагрузки.

**Заключение.** Структура кондиционной подготовленности мастеров парусных гонок на Ял-6 дифференцирована по степени значимости параметров их двигательно-моторной дееспособности следующим образом: общая выносливость, силовая выносливость мышц спины и передних конечностей, навыки плавания вольным стилем, быстрота.

### Список литературы

1. Парамзин В.Б., Пугачев И.Ю., Разновская С.В., Северин Н.Н. Влияние общей и статической выносливости высококвалифицированных спортсменов на эффективность соревновательной деятельности в парусных гонках на ЯЛ-6 // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 7. – С. 16-18.
2. Пугачев И.Ю., Фокин А.М., Скорохватова Г.В., Костов Ф.Ф. Регуляция организационного стресса высококлассных атлетов в парусных гонках на морских ялах средствами единоборств // Бизнес. Образование. Право. – 2023. – № 1 (62). – С. 436-442. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.62.573
3. Родичкин П.В., Пономарев Г.Н., Пугачев И.Ю. Развитие пространственно-управляющей координации мастеров парусных гонок на морских ялах в период навигации // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 9. – С. 9-11.

---

### References

1. Paramzin V.B., Pugachev I.Yu., Raznovskaja S.V., Severin N.N. Vlijanie obshhej i staticheskoj vynoslivosti vysokokvalificirovannyh sportsmenov na jeffektivnost' sorevnovatel'noj dejatel'nosti v parusnyh gonkah na JaL-6. *Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2023, No 7, pp. 16-18 (in Russian).
2. Pugachev I.Yu., Fokin A.M., Skorohvatova G.V., Kostov F.F. Reguljacija organizacionnogo stressa vysokoklassnyh atletov v parusnyh gonkah na morskijah jalah sredstvami edinoborstv. *Biznes. Obrazovanie. Pravo* [Business. Education. Law], 2023, No 1 (62), pp. 436-442 (in Russian). DOI: 10.25683/VOLBI.2023.62.573
3. Rodichkin P.V., Ponomarev G.N., Pugachev I.Yu. Razvitie prostranstvenno-upravljajushhej koordinacii masterov parusnyh gonok na morskijah jalah v period navigacii. *Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2023, No 9, pp. 9-11 (in Russian).

---

## ПРОГНОЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СОРЕВНОВАНИЙ СПОРТСМЕНОВ ПЛОВЦОВ ПО ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

**Болотов А.А.**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, *abolotov@bk.ru*

**Барчуков В.Г.**<sup>1</sup>, доктор медицинских наук, *barchval@yandex.ru*

**Галузин А.С.**<sup>1</sup>, *alexserg\_n@mail.ru*

**Тен А.М.**<sup>2</sup>, кандидат медицинских наук, *andreiten@yandex.ru*

**Онопченко О.В.**<sup>2</sup>, *onop@yandex.ru*

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины» ФМБА России, Москва, Россия

**Аннотация.** Рассматривается использование гематологических показателей для разработки компьютерной программы прогноза успешности выступления спортсменов пловцов на соревнованиях на основе фактических данных по наиболее значимым показателям и оценка качества программы методом Монте-Карло.

**Ключевые слова:** вероятностная оценка информативности признаков, гематологические показатели, прогноз успешности, метод Монте-Карло

---

## FORECAST OF RESULTS OF COMPETITIONS IN SWIMMERS ACCORDING TO HEMATOLOGICAL INDICATORS

**Bolotov A.A.**<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Technology, *abolotov@bk.ru*

**Barchukov V.G.**<sup>2</sup>, Doctor of Medical Sciences, *barchval@yandex.ru*

**Galuzin A.S.**<sup>1</sup>, *alexserg\_n@mail.ru*

**Ten A.M.**<sup>2</sup>, Candidate of Sciences in Medicine, *andreiten@yandex.ru*

**Onopchenko O.V.**<sup>2</sup>, *onop@yandex.ru*

<sup>1</sup> Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Zhivopisnaya str., 46

<sup>2</sup> Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical and Biological Agency, Moscow, B. Dorogomilovskaya str., 5

**Abstract.** The use of hematological indicators to develop a computer program for predicting the success of swimmers' performance at competitions based on actual data on the most significant indicators and assessing the quality of the program using the Monte-Carlo method is considered.

**Keywords:** probabilistic assessment of the informativeness of signs, hematological parameters, success forecast, Monte Carlo method

---

**Обоснование.** Тренировочный процесс направлен на гармоничное развитие систем организма, обеспечивающих успешное выступление спортсмена на соревнованиях. Однако наряду с тренировочной подготовкой актуальным при выступлении на соревнованиях является оценка функционального состояния спортсмена-пловца и его готовность показать максимальный результат. При этом оценка состояния спортсмена должна быть быстрой, малозатратной и без отвлечения от соревновательного процесса. Имеющиеся литературные данные свидетельствуют о том, что инструментом, позволяющим оценить готовность пловца к решению этой задачи, являются его гематологические показатели [1].

**Цель:** исследование возможности использования гематологических показателей спортсменов-пловцов в соревновательный период для оценки функционального состояния и формирования прогноза успешности их выступлений для отбора лучших кандидатов в командных и личных заплывах.

**Методы.** Для оценки функционального состояния спортсменов с целью прогноза успешности их выступлений были собраны данные по 18 гематологическим показателям пловцов с помощью автоматического биохимического анализатора ChemWell-T с оценкой успешности/неуспешности выступления спортсменов, полученных в период проведения соревнований. Оценка успешности проводилась на основе сравнения наилучших результатов спортсменов за предыдущий сезон с лучшими результатами конкретных соревнований по очкам (баллам) калькулятора FINA (ФИНА), позволяющим давать единую оценку результатов соревнований по различным дисциплинам плавания [2]. В фактические данные вошло 100 случаев выступления пловцов мужчин. Величину относительного влияния гематологических показателей на прогноз результатов выступления спортсменов оценивали с помощью интегральной оценки значимости показателя, получаемой на основе вероятностных подходов, описанных в работе [3]. Эти подходы предполагают использование непрерывных и качественных показателей в дискретной форме: признак-градация. Для перевода непрерывных признаков в дискретные использовался разработанный нами подход на основе критерия максимума интегральной оценки значимости признака.

**Результаты.** Из 18 показателей были отобраны 8 наиболее значимых (при использовании трех градаций показателей): лейкоциты, гемоглобин, средний объем



эритроцита, среднее содержание гемоглобина в эритроците, средняя концентрация гемоглобина в эритроцитной массе, распределение тромбоцитов по их объему, лимфоциты процент, гранулоциты процент. Для оценки качества прогноза была разработана методика, основанная на методах статистического моделирования Монте-Карло. Точность прогноза по этой методике составила 93%. Было разработано ПО для ЭВМ для формирования прогноза успешности выступления спортсменов.

**Заключение.** Применение оценок интегральной значимости признаков позволило уменьшить число гематологических показателей крови с 18 до 8 для разработки системы экспресс прогноза успешности выступления спортсменов на соревнованиях.

Компьютерная система прогноза успешности выступления пловцов (мужчин) по гематологическим показателям спортсменов позволяет оперативно получить результат прогноза по каждому спортсмену и использовать его для отбора лучших кандидатов.

Результаты статистического тестирования на подходах Монте-Карло показали достаточно высокую точность прогнозирования (около 93%) системы прогноза на имеющемся объеме фактических данных, что позволяет сделать вывод о ее работоспособности и возможности дальнейшего развития.

#### Список литературы

1. Нехвядович А.И., Будко А.Н. Оценка эффективности тренировочного процесса спортсменов на основе вариабельности показателей крови: Практическое пособие. Минск: БГУФК, 2019. – 40 с.
2. Таблица очков World Aquatics FINA [Электронный ресурс]. URL: <https://russwimming.ru/fina-points> (дата обращения: 29.08.2023).
3. Минцер О.П., Молотков В.Н., Угаров Б.Н., Попов А.А., Палец Б.Л. с соавт. Биологическая и медицинская кибернетика / Справочник. Киев: Наукова Думка, 1986. – 375 с.

---

#### References

1. Nehvydovich A.I., Budko A.N. *Ocenka effektivnosti trenirovochnogo processa sportsmeniv na osnove variabelnity pokazateley krovi: prakticheskoe posobie*. [Assessment of the Efficiency of the Training of Athletes on the Basic of the Variability of Blood Indicator: A Practical Guide]. Minsk: BGUFK, 2019. – 40 p. (In Russian.)
2. *Tablica ochkov World Aquatics (FINA)*. [World Aquatics (FINA) points table] (in Russian). URL: <https://russwimming.ru/fina-points> (accessed 29.08.2023).

3. Mincer O.P., Molotkov V.N., Ugarov B.N., Popov A.A., Palec B.L. et al. *Biologicheskaya i meditsinskaya kibernetika / Spravochnik* [Biological and Medical Cybernetics / Handbook]. Kyiv, Naukova Dumka Publ., 1986. – 375 p. (In Russian)

---

## БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ФЛУКТУАЦИИ ДИНАМИКИ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАСТЕРОВ ПАРУСНЫХ ГОНОК НА ЯЛ-6 ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЧАСТНЫХ ПРИНЦИПОВ ТРЕНИРОВКИ

Пугачев И.Ю.<sup>1</sup>, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории и организации физической культуры, *pugachyov.i@yandex.ru*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** На основе профессиографической характеристики деятельности мастеров парусных гонок на Ял-6 и пролонгированного изучения процесса спортивной подготовки, завершившейся победой на чемпионате России, сформулировано пять частных принципов тренировки атлетов.

**Ключевые слова:** парусные гонки, мастера Ял-6, тренировка, частные принципы

---

## BIOMETRIC FLUCTUATIONS OF THE DYNAMICS OF THE PHYSICAL CONDITION OF MASTERS OF SAILING RACES ON YAL-6 UNDER THE INFLUENCE OF PRIVATE TRAINING PRINCIPLES

**Pugachev I.Yu.**<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Pedagogy, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Theory and Organization of Physical Culture, *pugachyov.i@yandex.ru*

<sup>1</sup> Herzen Russian State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

**Abstract.** On the basis of the professional characteristics of the activities of the masters of sailing races on the Yal-6 and the long-term study of the process of sports training, which ended with the victory at the Russian Championship, five particular principles of training athletes are formulated.

**Keywords:** sailing races, Yal-6 masters, training, private principles

---

**Обоснование.** Парусные гонки на Ял-6 – специфический вид спорта, как, впрочем, и какие-либо другие классификации. Это естественно и объективно отражает узко профильность контента деятельности [1]. Если в целом основные принципы спортивной тренировки представлены в базовой научной платформе, то частные принципы тренировки атлетов в парусных гонках на Ял-6 сформулированы в недостаточной степени разработки. Об этом свидетельствует малочисленность научных публикаций.

**Цель:** предпринять попытку первичной формулировки частных принципов физической тренировки атлетов в парусных гонках на морских ялах и биометрическим анализом проверить эффективность динамики изучаемых параметров.

**Методы.** Объект – атлеты парусных гонок на Ял-6, методы исследования – теоретический анализ и обобщение, профессиография, тестирование, вероятностно-теоретическое прогнозирование, педагогический формирующий эксперимент, биометрия.

**Результаты.** Профессиографическим анализом [2] и непосредственным участием в качестве чемпиона России по парусным гонкам на Ял-6 нами сформулирован ряд частных принципов тренировки атлетов. К таковым следует отнести: принцип «компенсации»; оптимальности развития основных физических качеств; взаимосвязи физического состояния и работоспособности; сочетания концентрированных и распределенных во времени нагрузок; опережающего повышения узко-специфических сторон продуктивности.

Пояснение принципа «компенсации» оправдывается тем, что атлеты в целом во время тренировок подвергаются гиподинамическому режиму нахождения на Яле-6. Аналогом представляется нахождение в данных условиях оператора подводной лодки. Так, нахождение в позе «ссутулившись» в пролонгированном периоде автономного 60-суточного похода, зафиксированное нами в педагогическом эксперименте у инженеров-операторов атомных подводных лодок проекта 941 «класса Тайфун / "Акула" / тип ТРПКСН» (SSBN «Typhoon») и проекта 955А «Борей-А "РПКСН"» (Borei class), аккумулирует перенапряжение суставов [1]. С учетом вышеуказанных принципов нами была разработана годовая программа (на макроцикл навигации) педагогического формирующего эксперимента.

Как свидетельствуют полученные данные, в ЭГ произошли существенные достоверные сдвиги в показателях, характеризующих уровень специальной подготовленности, общую выносливость, кистевую динамометрию, «жизненную емкость легких (ЖЕЛ)», пробу с 20 приседаниями, теппинг-тест и максимальное потребление кислорода (МПК). МПК в ЭГ улучшилось на 11%, а в КГ – на 0,39%. Различия в показателях МПК у испытуемых ЭГ и КГ достоверны ( $p < 0,05$ ). В процессе педагогического эксперимента в ЭГ показатель ЖЕЛ увеличился на 7,9%, а в КГ всего лишь на 2%. Динамика «выносливости» атлетов, как имеющей наибольшую коммунальность ( $H^2$ ), представлена на рис. 1.

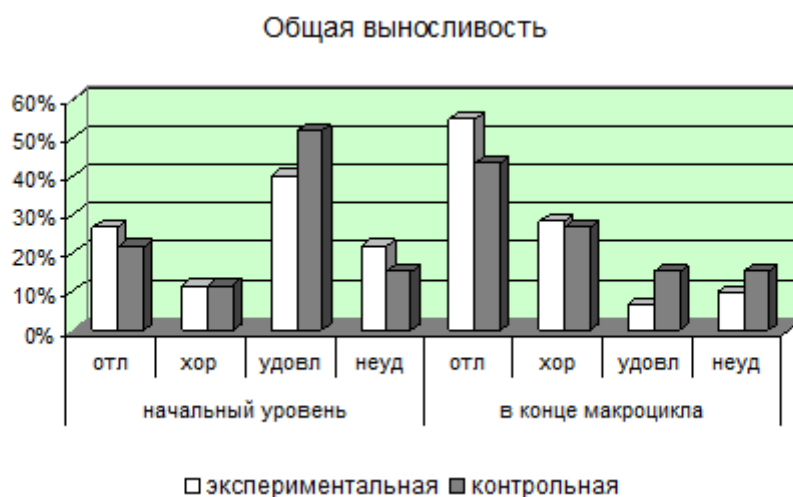


Рисунок 1. Динамика развития общей выносливости атлетов контрольной и экспериментальной групп в пролонгированном педагогическом формирующем эксперименте

Данные динамики физического состояния атлетов на первичном этапе формулировки частных принципов зафиксировали благоприятную тенденцию биометрического анализа.

**Заключение.** Первичная формулировка частных принципов физической тренировки атлетов в парусных гонках на морских ялах с биометрическим анализом проверкой проявила эффективность прогноза динамики изучаемых параметров.

### Список литературы

1. Пугачев И.Ю. Научные представления о профессиональной и физической работоспособности специалиста // *Кант*. – 2022. – № 3 (44). – С. 4-15. DOI: 10.24923/2222-243X.2022-44.1
2. Родичкин П.В., Пономарев Г.Н., Пугачев И.Ю. Развитие пространственно-управляющей координации мастеров парусных гонок на морских ялах в период навигации // *Теория и практика физической культуры*. – 2023. – № 9. – С. 9-11.

---

### References

1. Pugachev I.Yu. Nauchnye predstavlenija o professional'noj i fizicheskoj rabotosposobnosti specialista. *Kant* [Kant], 2022, No 3 (44), pp. 4-15 (in Russian). DOI: 10.24923/2222-243X.2022-44.1
2. Rodichkin P.V., Ponomarev G.N., Pugachev I.Yu. Razvitie prostranstvenno-upravljajushhej koordinacii masterov parusnyh gonok na morskikh jalah v period navigacii. *Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2023, No 9, pp. 9-11 (in Russian).

---

## ЦИФРОВОЙ ПРОФИЛЬ КООРДИНАЦИИ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

**Чойнжуров А.Ж.**<sup>1</sup>, магистрант кафедры физиологии, *langobard1999@mail.ru*

**Андреева А.М.**<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии  
*moymio@yandex.ru*

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Россия

**Аннотация.** Оценка влияния антропометрии, уровня двигательной активности детей 7-16 лет (n=28) и визуализация полученных координационных профилей позволила предложить типологию координационных профилей детей в рамках класса «телесной ловкости».

**Ключевые слова:** координационные способности, цифровой профиль координации, подростки, детский лагерь

---

## DIGITAL COORDINATION PROFILE OF SCHOOL-AGE CHILDREN

**Choinzhurov A.Zh.**<sup>1</sup>, Master student, Department of Physiology, *langobard1999@mail.ru*

**Andreeva A.M.**<sup>1</sup>, PhD, Assistant professor, Department of Physiology, *moymio@yandex.ru*

<sup>1</sup> Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «The Russian University of Sport «GTSOLIFK», Moscow, Russia

**Abstract.** Assessing the anthropometry of motor activity levels in children aged 7-16 years (n=28) and visualizing the results of coordination profiles allows us to propose a typology of coordination profiles of children within the “bodily agility” class.

**Keywords:** coordination abilities, digital coordination profile, teenagers, children's camp

---

**Обоснование.** В нашем исследовании в условиях детского лагеря Terra Nostra Camp реализуется направленность двигательной активности детей – как в условии домов с комфортным проведением занятий, так и на улице с применением веревочных парков, полос препятствий, детских спортивных площадок. Исследование на координационную подготовку посвящено изучению координационных профилей детей, отдыхающих в детских

оздоровительных лагерях, и визуализацию с помощью цифровых инструментов данных профилей.

**Цель:** оценить влияние антропометрии, уровня двигательной активности детей 7-16 лет и их координационных способностей на показатели комплексных координационных двигательных тестов (скалодром, веревочный парк) и визуализировать полученные координационные профили.

**Методы.** Исследование проводилось с февраля 2023 г. по 14 октября 2023 г. на базе детского загородного лагеря «Terra Nostra Camp». Всего обследовано 28 детей (от 7 до 16 лет), 17 девушек и 11 юношей. На основе анкетирования, антропометрических измерений и координационного двигательного тестирования оценивали уровень координационных способностей детей для выявления координационных профилей.

**Результаты.** Корреляционный анализ (ранговые коэффициенты корреляции, анализ Спирмена при  $p < 0,05$ ) взаимосвязей антропометрии детей с их результатами в координационных тестах выявил значимые отрицательные корреляции между длиной тела и показателем динамического равновесия ( $r = -0,77$ ), а также с результатом прохождения скалодрома на скорость ( $r = -0,60$ ), положительную корреляцию – между ИМТ и результатом прохождения скалодрома на трудность ( $r = 0,60$ ). То есть чем выше дети в выборке, тем эффективнее они проходят тест на динамическое равновесие и быстрее взбираются на скалодром. Чем выше ИМТ детей, тем они медленнее проходят скалодром в задаче «на трудность».

Согласно корреляционному анализу взаимосвязей уровня двигательной активности детей с их результатами в координационных тестах выявлены значимые отрицательные корреляции между результатами прохождения верхней трассы веревочного парка и уровнем двигательной активности детей ( $r = -0,62$ ), опытом занятий спортом ( $r = -0,67$ ). Уровень двигательной активности оценивали по 10-ти бальной шкале («1» – двигательная активность минимальна и «10» – регулярная физическая нагрузка в спортивной секции. Опыт занятий спортом оценивали по 3-х бальной шкале («1» означает «моноспорт», когда ребенок отдал предпочтение одному виду спорта, и «3» – «мультиспорт», если ребенок занимается несколькими видами спорта). Выявленные корреляции свидетельствуют о важной роли высокого уровня двигательной активности и спортивного опыта ребенка в успешном и быстром прохождении трассы верхнего веревочного парка. Эта двигательная задача отличается уровнем высоты от земли (7 м) и сложностью трасс.

Взаимные корреляции между показателями отдельных координационных способностей и комплексных координационных заданий (скалодром, веревочный парк) следующие: значимые корреляции между результатом прохождения скалодрома «на

трудность» с статическим равновесием ( $r = -0,80$ ), чувством времени ( $r = 0,90$ ), максимальным темпом движения ног в теппинг тесте ( $r = 0,63$ ); значимые корреляции между результатом в прохождении нижней трассы веревочного парка с способностью к согласованию движений ( $r = 0,87$ ). В отличие от верхней трассы, прохождение нижней трассы веревочного парка не требует высокого функционального напряжения, достаточно хорошей способности к согласованию движений. Высокие результаты в прохождении скалодрома «на трудность», согласно представленным корреляциям, доступны детям более тонко чувствующим временные параметры движений и обладающим хорошим статическим равновесием (в стойке на одной ноге). Однако, с результатом в теппинг тесте корреляция свидетельствует о реципрокности этих способностей – чем выше скорость движений ног в теппинг тесте, тем хуже, медленнее дети взбираются на скалодром «на трудность», это задание более силовое и требующее хорошего одноопорного баланса, специальной выносливости, а не быстроты движений ног.

Визуализация цифровых профилей координации детей с помощью лепестковых диаграмм MS Excel позволила наглядно представить индивидуальные «сильные» и «слабые» стороны координации детей, соотнести их с успешностью в прохождении комплексных координационных тестов (скалодром и веревочный парк) и предложить типологию координационных профилей детей в рамках класса координационных способностей «телесной ловкости» [1]: 4 типа координации – «универсальная координация», «хорошее равновесие», «недостаточное равновесие» и «смешанный».

**Заключение.** В исследовании показана роль антропометрии, уровня двигательной активности, спортивного опыта и координационного профиля детей школьного возраста в результативности прохождения скалодрома и веревочного парка – двигательных заданий, требующих комплексного проявления координации детей. Предложен вариант визуализации координационных профилей детей.

### Список литературы

1. Лях В.И. Координационные способности: диагностика и развитие. М.: ТВТ Дивизион, 2006. – 290 с.

---

### References

1. Liakh V.I. *Koordinacionnyye sposobnosti: diagnostika i razvitie* [Coordination abilities: assessment and development]. Moscow, TVT Division, 2006, 290 p (in Russian).



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БИОМЕХАНИКЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СКЕЛЕТНО- МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЦИКЛА УПРАЖНЕНИЙ ГЛУБОКИЙ ПРИСЕД И ПОЛУПРИСЕД

Мальцева О.Н.<sup>1</sup>, *alise\_maltceva@mail.ru*

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), научно-исследовательская лаборатория «Системы захвата и моделирования движения», Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Целью исследования являлось отыскание разницы длин мышечного веретена и сухожилия при выполнении полуприседа и глубокого приседа. В исследовании принимали участие 5 мужчин, профессионально занимающихся пауэрлифтингом. Построены графики зависимости длины системы «мышца-сухожилие» от времени исполнения упражнений для прямой мышцы бедра у всех участников. Выявлено, что у четырех участников наблюдается увеличение длины прямой мышцы бедра на обеих ногах при глубоком приседе, в сравнении с полуприседом, у одного – уменьшение. Выявлена асимметрия в показателях между левой и правой ногами у участника, ранее имевшего травму надколенника.

**Ключевые слова:** биомеханика, спорт, видеоанализ, OpenSim, Qualisys, полуприсед, глубокий присед

---

# THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN BIOMECHANICS TO SIMULATE THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM WHEN PERFORMING A CYCLE OF EXERCISES DEEP SQUAT AND SEMI-SQUAT

Maltseva O.N.<sup>1</sup>, *alise\_maltceva@mail.ru*

<sup>1</sup> St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V.I. Ulyanov (Lenin), Scientific Research Laboratory "Motion Capture and Simulation Systems", St. Petersburg, Russia

**Abstract.** The aim of the study was to find the difference in the lengths of the muscular spindle and tendon when performing a semi-squat and a deep squat. The study involved 5 men who are

professionally engaged in powerlifting. Graphs of the dependence of the length of the "muscle-tendon" system are constructed from the time of performing exercises for the rectus femoris muscle for all participants. It was revealed that four participants had an increase in the length of the rectus femoris muscle on both legs with a deep squat, compared with a semi-squat, and one had a decrease. An asymmetry in the indicators between the left and right legs was revealed in a participant who previously had a patellar injury.

**Keywords:** biomechanics, sports, video analysis, OpenSim, Qualisys, semi-squat, deep squat

---

**Обоснование.** Понимание того, как мышцы функционируют и как они влияют на движение суставов, зависит от длины соединения между мышцами и сухожилиями. Длина мышечно-сухожильного соединения может влиять на диапазон движений, выработку силы и общую биомеханику сустава. Поэтому специалисты по биомеханике и видеоанализу часто измеряют и анализируют длину мышц и сухожилий при изучении функции мышц или оценке проблем с опорно-двигательным аппаратом [1].

**Цель** исследования заключалась в отыскании разницы длин мышечного веретена и сухожилия при выполнении полуприседа (0-60 градусов сгибания коленного сустава) и глубокого приседа (0-120 градусов сгибания коленного сустава) участников исследования. Студенты мужского пола ( $n = 5$ ) поочередно выполняли цикл из 6 повторов упражнений – полуприсед и глубокий присед. Все участники исследования профессионально занимаются пауэрлифтингом. Рост участников –  $173 \pm 4$  см., вес –  $72 \pm 12$  кг (табл. 1). Четыре участника из пяти не имеют проблем с опорно-двигательным аппаратом, один из участников имеет надрыв крепления прямой мышцы бедра правой ноги.

Таблица 1. Антропометрические параметры участников

№ участника исследования	Рост, см	Вес, кг
1	170	64
2	170	75
3	177	65
4	177	60
5	174	84

**Методы.** В исследовании использовалось программное обеспечение для регистрации различных биомеханических параметров с помощью захвата движения Qualisys (QTM) версии 2023.2, лаборатория «Систем захвата и моделирования движений», а также средство для моделирования скелетно-мышечной системы человека OpenSim 4.4 [2-4].

**Результаты.** В процессе проведенного исследования были получены численные результаты и построены графики зависимости длины системы «мышца-сухожилие» от времени исполнения упражнений для rectus femoris (прямая мышца бедра), рис. 1.

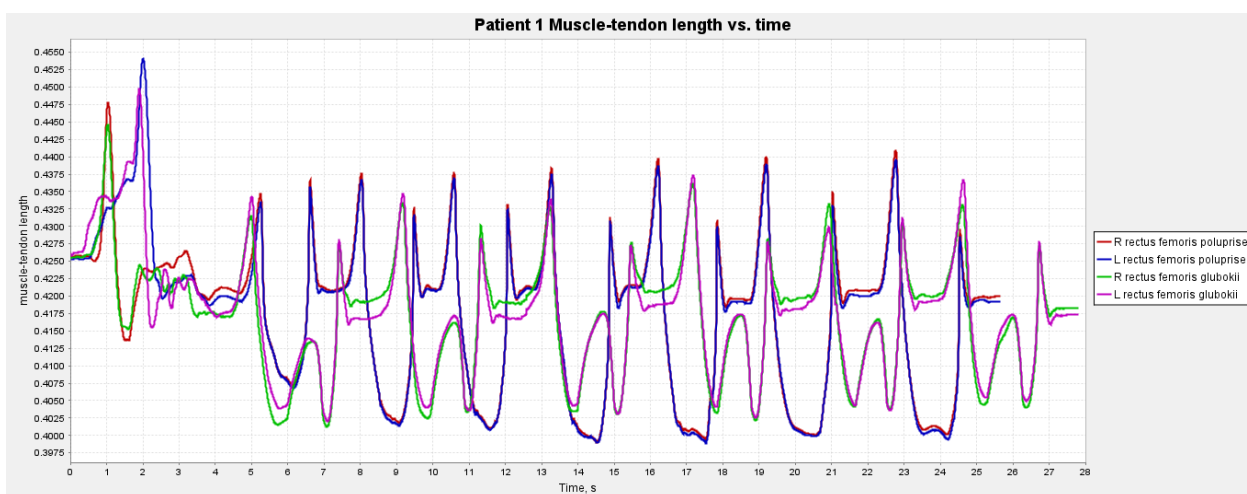


Рисунок 1. Зависимость длины системы «мышца-сухожилие» от времени исполнения упражнений для участника №1

**Заключение.** У четырех из пяти участников наблюдается увеличение длины прямой мышцы бедра на обеих ногах при глубоком приседе, в сравнении с полуприседом (от 0,14% до 1,25%). У четырех из пяти участников при глубоком приседе длины мышечно-сухожильного соединения на правой ноге оказались больше, чем на левой (в среднем в 1,74 раза). Возможными причинами таких результатов могут быть структурные особенности тела и большее развитие у участников мышц на правой стороне тела, чем на левой.

Изменение максимальной длины левой прямой мышцы бедра при полуприседе и глубоком приседе для участника с надрывом крепления мышцы показало больший результат, чем на правой конечности (на 0,99%), что может быть подтверждением полученной травмы, а также может указывать на нарушение баланса и стабильности при движении. Данный факт может увеличить риск повторной травмы и влиять на общую функциональность ног.

У одного из пяти участников большее удлинение прямой мышцы бедра происходило во время выполнения полуприседа, а не во время глубокого приседа (0,14% для левой и 0,28% для правой). Данный результат может быть связан со степенью гибкости мышцы – участнику легче растягивать ее в полуприседе, чем в глубоком приседе. В дальнейшем к исследованию планируется добавить результаты электромиографических датчиков.

**Практическая значимость.** Результаты проведенных исследований в дальнейшем могут быть использованы для создания методики диагностики, прогнозирующей риск травмы на основании анализа измеряемых данных, а также мониторинга уровня восстановления после травмы коленного сустава и мышц ног.

## Список литературы

1. Bloomquist K., Langberg H., Karlsen S., Madsgaard S., Boesen M., Raastad T. Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2013. Vol. 113, No 8. P. 2133-2142. DOI: 10.1007/s00421-013-2642-7.
  2. Huxley A.F. Muscle structure and theories of contraction // *Prog. Biophys. Biophys. Chem.* – 1957. – Vol. 7. – P. 255-318.
  3. Seth A., Hicks J.L., Uchida T.K., Habib A., Dembia C.L. et al. OpenSim: Simulating musculoskeletal dynamics and neuromuscular control to study human and animal movement // *PLoS Comput. Biol.* – 2018. 14(7):e1006223. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1006223
  4. Chen L., Jiang Z., Yang Ch., Cheng R., Zheng S., Qian J. Effect of different landing actions on knee joint biomechanics of female college athletes: Based on opensim simulation // *Front. Bioeng. Biotechnol.* – 2022. 10:899799. DOI: 10.3389/fbioe.2022.899799
- 

## References

1. Bloomquist K., Langberg H., Karlsen S., Madsgaard S., Boesen M., Raastad T. Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 2013, Vol. 113, No 8, pp. 2133-2142. DOI: 10.1007/s00421-013-2642-7.
2. Huxley A.F. Muscle structure and theories of contraction. *Prog. Biophys. Biophys. Chem.*, 1957, Vol. 7, pp. 255-318.
3. Seth A., Hicks J.L., Uchida T.K., Habib A., Dembia C.L. et al. OpenSim: Simulating musculoskeletal dynamics and neuromuscular control to study human and animal movement. *PLoS Comput. Biol.*, 2018, 14(7):e1006223. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1006223
4. Chen L., Jiang Z., Yang Ch., Cheng R., Zheng S., Qian J. Effect of different landing actions on knee joint biomechanics of female college athletes: Based on opensim simulation. *Front. Bioeng. Biotechnol.*, 2022, 10:899799. DOI: 10.3389/fbioe.2022.899799

---

## ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ГОТОВНОСТЬЮ АТЛЕТОВ ВЫСОКОГО КЛАССА

Пугачев И.Ю.<sup>1</sup>, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории и организации физической культуры, *pugachyov.i@yandex.ru*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Предполагается первоначальное профессиографическое исследование физического состояния атлетов на фоне воздействия критическо-эмоциогенной обстановки состязаний для определения тенденции проявления возможностей человека при включении аварийных физиологических и психофизиологических внутренних скрытых резервов организма. Предложен биометрический составной критерий прогноза.

**Ключевые слова:** атлеты высокого класса, соревновательная готовность, информационное прогнозирование

---

## INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY FOR MANAGING THE COMPETITIVE READINESS OF HIGH-CLASS ATHLETES

Pugachev I.Yu.<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Pedagogy, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Theory and Organization of Physical Culture, *pugachyov.i@yandex.ru*

<sup>1</sup> Herzen Russian State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

**Abstract.** An initial occupational study of physical condition of athletes against the background of the impact of the critical emotional situation of competitions is supposed to determine the tendency of manifestation of human capabilities when the emergency physiological and psychophysiological internal hidden reserves of the body are turned on. Next, a biometric composite prediction criterion is suggested.

**Keywords:** high-class athletes, competitive readiness, information forecasting

---

**Обоснование.** Прогноз вероятностного поведения биологических ресурсов с использованием компьютерных технологий оправдывает себя при относительно комфортных условиях профессиональных действий человека. Но если атлет выполняет задачу в экстремальных условиях, то любое прогнозирование и моделирование априори невозможно, поскольку никто не знает скрытый ресурс включения физиологических резервов организма. Тем более что эвристический и эмоциональный компонент познавательной сферы человека весьма вариативен [1].

**Цель:** обоснование информационно-коммуникационной технологии управления соревновательной готовностью высококвалифицированных атлетов.

**Методы.** Объект – атлеты высокого класса, методы исследования – теоретический анализ и обобщение, вероятно-биометрическое моделирование и прогнозирование.

**Результаты.** Предполагалось, в основе методики аутентичности управления соревновательной готовностью атлетов высокого класса должен быть положен алгоритм «перевертывания подхода», т.е. первоначально не прогнозируются параметры, а изучается непосредственно на турнирах двигательный потенциал и их кондиционность. Данная методика на втором этапе позволяет выбрать структурный показатель, больше других изменяющийся в ответ на физическое воздействие. Существуют различные способы отбора показателей для оценки физического состояния или моделирования динамики состояния [3]. Выбор показателей – сложная задача, решение которой почти всегда носит субъективно-объективный характер [2]. Так, например, в медицине предпочтение отдают патогенетическим признакам как наиболее информативным. Вместе с тем для оценки информативности показателей или признаков часто используют формальные методы. Одним из несложных и базирующихся на анализе первичного информационного массива методов, на наш взгляд, является определение диагностического коэффициента и информативности по составному критерию [3]. Методика состоит в следующем. Проводится измерение сравниваемых показателей в покое и при адекватных нагрузках. По результатам достаточно длительного наблюдения разбивают статистические ряды на интервалы с равномерным шагом. Подсчитывают относительную частоту или процент (часть) попадания измеренных показателей в каждый из интервалов в покое и при нагрузке. Диагностический коэффициент для каждого интервала вычисляют по формуле

$$Dk_j = 101g \frac{\bar{P}_j(y)_0}{\bar{P}_j(y)_H}, \quad (1)$$

где  $Dk_j$  – диагностический коэффициент  $j$ -го интервала;  $\bar{P}_j(y)_0$  – относительная частота встречаемости показателя  $y$  в покое в  $j$ -м интервале;  $\bar{P}_j(y)_H$  – относительная частота встречаемости показателя  $y$  при нагрузке в  $j$ -м интервале.

Информативность показателя  $y$  в  $j$ -м интервале, или степень изменения вероятности его при нагрузке, определяют по формуле

$$I_j(y) = \frac{1}{2} Dk_j \left[ \bar{P}_j(y) - \bar{P}_j(y)_H \right] \quad (2)$$

Общую информативность показателя  $y$  определяют суммированием информативности на всех интервалах:

$$I(y) = \sum_{j=1}^n I_j(y). \quad (3)$$

**Заключение:** Технология биометрического метода информационного «просеивания» заключается в сравнении величины изучаемого признака между его значениями при множественном и частном коэффициентах корреляции. Линейное уравнение регрессии должно корректировать положительный ход процесса. Выявлена моделируемая концепция прогноза состояния готовности атлета.

### Список литературы

1. Давыдова Т.Ю., Арсеньев Ю.Н. Мышление, метапознание, принятие решений и структура интеллекта // Известия Тульского государственного университета. Педагогика. – 2015. – № 2. – С. 74-83.
2. Яцык В.З., Горбиков И.И., Васильченко О.С. с соавт. Конкретизация тестов для оценки приоритетных физических качеств спортсменов-горнолыжников методом «просеивания» // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 3 (205). – С. 558-563. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2022.3.p558-563.
3. Пугачев И.Ю. Модернизация биометрических технологий в системе физической подготовки военно-образовательного учреждения // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2012. – № 152. – С. 185-195.

---

### References

1. Davydova T.Yu., Arsen'ev Yu.N. Thinking, metacognition, decision making and the structure of intelligence. *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Pedagogika* [Proceedings of Tula State University. Pedagogy], 2015, No 2, pp. 74-83 (in Russian).

2. Yatsyk V.Z., Gorbikov I.I., Vasilchenko O.S. et al. Specification of tests for evaluation of priority physical qualities of mountain-skiers athletes by the sifting method. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], 2022, No 3 (205), pp. 558-563 (in Russian). DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2022.3.p558-563
3. Pugachev I.Yu. Modernization of biometric technologies in the physical training system of a military educational institution. *Izvestija Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gercena* [Proceedings of the Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen], 2012, No 152, pp. 185-195 (in Russian).



---

# ВЛИЯНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ДЕТЕРМИНАНТ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НАДЕЖНОГО ПРОГНОЗА НЕОДИНАКОВОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

**Мазикин И.М.**<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, *ivan\_triple\_jump@mail.ru*

**Лапкин М.М.**<sup>2</sup>, доктор медицинских наук, профессор, *lapkin\_rm@mail.ru*

**Зорин Р.А.**<sup>2</sup>, доктор медицинских наук, доцент, *zorin.ra30091980@mail.ru*

**Акулина М.В.**<sup>2</sup>, кандидат биологических наук, доцент, *akulina\_mariya@mail.ru*

<sup>1</sup> ГКУ «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд»

Москомспорта, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет, Рязань, Россия

**Аннотация.** В данном исследовании представлены физиологические и психофизиологические предикторы, с помощью которых на основе технологии искусственных нейронных сетей будет формироваться прогноз результативности сдачи контрольных нормативов у студентов медицинского университета.

**Ключевые слова:** целенаправленная физическая активность, регрессионный анализ, искусственные нейронные сети, психофизиологические характеристики

---

# THE INFLUENCE OF INDIVIDUAL PHYSIOLOGICAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL DETERMINANTS IN THE FORMATION OF A RELIABLE FORECAST OF THE UNEQUAL EFFECTIVENESS OF HUMAN PHYSICAL ACTIVITY

**Mazikin I.M.**<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Biology, *ivan\_triple\_jump@mail.ru*

**Lapkin M.M.**<sup>2</sup>, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, *lapkin\_rm@mail.ru*

**Zorin R.A.**<sup>2</sup>, Doctor of Sciences in Medicine, Associate Professor,

*zorin.ra30091980@mail.ru*

**Akulina M.V.**<sup>2</sup>, Candidate of Sciences in Biology, Associate Professor,  
*akulina\_mariya@mail.ru*

<sup>1</sup> Moscow Center of Advanced Sports Technologies, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

**Abstract.** This study presents physiological and psychophysiological predictors, with the help of which, based on the technology of artificial neural networks, a forecast of the effectiveness of passing control standards for students of a medical university will be formed.

**Keywords:** purposeful physical activity, regression analysis, artificial neural networks, psychophysiological characteristics

---

**Обоснование.** Физиологические и психофизиологические механизмы при выполнении физической активности человека играют важную роль в определении ее результативности, обеспечивая мобилизацию физиологических ресурсов и их восстановление, при этом особое значение имеют показатели общей физической работоспособности, ситуационные детерминанты поведения, а также индивидуальные психофизиологические особенности, включая динамическую функциональную латерализацию [1]. В проведенном исследовании решалась задача разработки алгоритма прогнозирования результативности целенаправленной физической активности студентов, в качестве предикторов которой рассматривался ряд их индивидуальных физиологических и психофизиологических особенностей [2].

**Цель:** оценить вклад индивидуальных физиологических и психофизиологических характеристик студентов при формировании надежного прогноза результативности их целенаправленной физической активности.

**Методы.** Дизайн исследования был одномоментным (поперечным) с рандомизацией испытуемых. Исследование проведено на 120 испытуемых мужского пола в возрасте от 18 лет до 21 года. Критерии включения: основная группа здоровья, соответствующий возраст испытуемых, возможность выполнения ими условий исследования после предварительного инструктирования, а также ознакомление и подписание договора информированного согласия в соответствии с протоколом исследования, утвержденным ЛЭК РязГМУ. В качестве модели целенаправленной физической активности студентов рассматривалась их деятельность при сдаче контрольных нормативов на кафедре физического воспитания и здоровья РязГМУ. Создание, обучение и тестирование искусственных нейронных сетей «Neural networks», построение модели многофакторной линейной регрессии «Multiple regression» проводилось при помощи пакета программ Statistica Basic Academic 13.0 (Ru). Был создан автоматический алгоритм обучения искусственной нейронной сети в режиме «Classification». Исходно была

создана искусственная нейронная сеть, использующая в качестве ведущих факторов данные нейроэнергокартирования, характеристики мотивационной основы поведения, психодинамические характеристики, уровень базовой физической работоспособности (PWC 170), показатели функциональной латерализации.

**Результаты.** Использование методов многомерной статистики, таких как кластерный анализ, технология искусственных нейронных сетей (ИНС) и многофакторный регрессионный анализ позволило сформировать алгоритм надежного прогнозирования результатов сдачи контрольных нормативов по физической культуре студентами медицинского вуза. Результат достигнут за счет включения показателей медленно меняющегося электрического потенциала мозга (УПП), мотивационной основы поведения, психодинамических характеристик испытуемых, показателя уровня базовой физической работоспособности, а также показателей фенотипической латерализации в качестве базовой информации для входных нейронов при формировании ИНС. Это позволило не только осуществить решение задачи классификации, но и ранжировать ведущие факторы, влияющие на функционирование физиологических механизмов, обеспечивающих достижение результатов в определенных физических качествах. Разработанная модель линейной регрессии позволила с высокой надежностью прогнозировать результат в конкретном физическом качестве в выделенных подгруппах испытуемых (кластерах).

**Заключение.** Нейронная сеть позволила за счет расширения комплекса включенных в анализ параметров увеличить классификационную способность модели, а выделение парциальных предикторов из исследуемых физиологических и психофизиологических показателей дает возможность выстроить надежный прогноз для определения направления физической подготовки человека. Разработанная модель многофакторной линейной регрессии на основе используемого набора показателей, полученных при сдаче студентами контрольных нормативов по физической культуре, позволяет успешно прогнозировать ее результативность в рамках определенного физического качества.

### Список литературы

1. Лапкин М.М., Яковлева Н.В., Прошляков В.Д. Исследование психологических и физиологических детерминант успешности обучения студентов в медицинском вузе // Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие. – 2014. – № 1 (4). – С. 75-83.
2. Мазикин И.М., Лапкин М.М., Зорин Р.А. с соавт. Физиологические механизмы, определяющие результативность сдачи контрольных нормативов по физической культуре // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 4. – С. 49-51.

---

### References

1. Lapkin M.M., Yakovleva N.V., Proshlyakov V.D. The study of psychological and physiological determinants of student academic performance at a medical university. *Lichnost' v menyayushchemsya mire: zdorov'e, adaptaciya, razvitie* [Personality in a Changing World: Health, Adaptation, Development], 2014, No 1 (4), pp. 75-83 (in Russian).
2. Mazikin I.M., Lapkin M.M., Zorin R.A. et al. Physiological mechanisms determining the effectiveness of passing control standards for physical culture. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2023, No 4, pp. 49-51 (in Russian).

---

## ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ В АРМРЕСТЛИНГЕ И ЕЕ ОПТИМИЗАЦИЯ

**Юденков А.В.**<sup>1</sup>, доктор физико-математических наук, профессор,  
*aleks-ydenkov@mail.ru*

**Володченков А.М.**<sup>1</sup>, кандидат физико-математических наук, доцент,  
*alexmw2012@yandex.ru*

**Войтеховский М.В.**<sup>2</sup>, *mv196104@mail.ru*

<sup>1</sup> Смоленский филиал ФГБОУ ВО «Российский экономический университет  
имени Г.В. Плеханова», Смоленск, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Смоленск, Россия

**Аннотация.** В работе предлагается математическая модель подготовки спортсменов в армреслинге. Основной целью является оптимизация подготовки спортсменов к соревновательному сезону. Математическая модель основана на общей теории марковских процессов, принципе оптимизации динамических систем Беллмана. Также модель приспособлена к работе с трудно формализуемыми факторами. Математическая модель будет полезна для оптимизации при комплексном планировании подготовки спортсменов в армреслинге.

**Ключевые слова:** армрестлинг, динамическое программирование, принцип Беллмана

---

## DYNAMIC MODEL OF TRAINING ATHLETES IN ARM WRESTLING AND ITS OPTIMIZATION

**Yudenkov A.V.**<sup>1</sup>, Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor,  
*aleks-ydenkov@mail.ru*

**Volodchenkov A.M.**<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Physics and Mathematics,  
Associate Professor, *alexmw2012@yandex.ru*.

**Voitekhovsky M.V.**<sup>2</sup>, *mv196104@mail.ru*

<sup>1</sup> Smolensk branch of the Russian Economic University named after G.V. Plekhanov,  
Smolensk, Russia

<sup>2</sup> Smolensk State Agricultural Academy, Smolensk, Russia

**Abstract.** The paper proposes a mathematical model for training athletes in arm wrestling. The main goal is to optimize the preparation of athletes for the competitive season. The mathematical model is based on the general theory of Markov processes and the Bellman principle of optimization of dynamic systems. The model is also adapted to work with factors that are difficult to formalize. The mathematical model will be useful for optimization in the complex planning of training athletes in arm wrestling.

**Keywords:** arm wrestling, dynamic programming, Bellman principle

---

**Обоснование.** Армрестлинг, как вид спорта, в РФ имеет сравнительно короткую историю. Приемы и методики подготовки спортсменов на данный момент продолжают развиваться и совершенствоваться [1, 2]. Как показывает практика простое копирование планов подготовки к соревнованиям и методов тренировок, используемых в других силовых видах спорта, не всегда оправдано. Поэтому создание некоторого общего алгоритма для составления плана подготовки спортсмена армрестлера представляет собой актуальную научную задачу. Для ее решения необходим комплексный подход, включающий использование математического моделирования.

**Цель:** Целью исследований является разработка достаточно общей и простой в смысле использования математической модели для оптимизации подготовки спортсменов армрестлеров к соревновательному сезону. Особенностью модели должна быть ее устойчивость к внешним изменениям и адаптация к индивидуальным особенностям спортсмена.

**Методы.** Обычно подготовку спортсменов в силовых видах спорта можно разделить на три этапа.

1. Подготовительный этап. На этом этапе рекомендуется использовать объемные тренировки на крупные группы мышц.

2. Специализированный этап. На этом этапе основное внимание уделяется развитию специальных силовых и скоростных качеств.

3. Соревновательный этап. На этом этапе проводится подводка спортсмена к соревновательному сезону. Рекомендуется выполнять упражнения на скорость, технику, развитие связочного аппарата и т.д.

Такой подход является слишком общим и предполагает большую роль интуитивного управления. В то же время системный подход оказывается на 30-60% эффективнее. Математическое моделирование является важной частью системного управления.

В данном случае модель должна быть динамичной, устойчивой, приспособленной к работе с трудно формализуемыми параметрами.

Таким требованиям отвечает модель марковского процесса с фиксированным временем перехода.

Число состояний системы равно трем. Максимальное значение целевой функции  $W$  определяется на последнем этапе. Поскольку модель предназначена для многократного использования, предполагается наличие обратной связи для накопления статистических данных и обучения [3].

**Результаты.** Приведем постановку задачи в выбранной математической модели и получим связь между целевыми функциями и системами ограничений на каждом этапе. Граф математической модели поддержки принятия решений при тренировке спортсменов армрестлеров приведен на рис. 1.

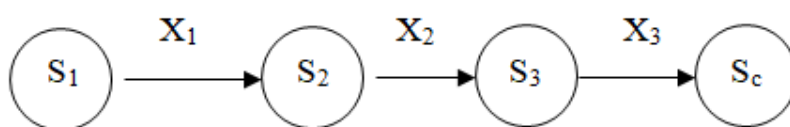


Рисунок 1. Граф математической модели подготовки спортсменов армрестлеров

Здесь  $S_1$  – подготовительный этап,  $S_2$  – этап специальной подготовки,  $S_3$  – соревновательный этап,  $S_c$  – соревнования.  $X_i$  ( $x_1, x_2, \dots, x_m$ ) – система принимаемых решений в области  $S_i$ .

Оптимизация начинается с последнего этапа [3]. Соответствующее уравнение Беллмана имеет вид:

$$W_4(S_3) = \max_{X_4 \in D_4} f(X_4, S_3).$$

На следующих этапах уравнение Беллмана примет вид:

$$W_k(S_{k-1}) = \max_{X_k \in D_k} \{f(X_k, S_{k-1}) + W_k\}.$$

Решая последовательно уравнение Беллмана на каждом шаге, получим максимумы целевой функции и оптимальное управление.

**Заключение.** В работе предложена математическая модель для поддержки принятия решений при подготовке спортсменов, специализирующихся в армрестлинге. Модель отличается сравнительной простотой, динамичностью и эффективностью. Предложенная модель, основанная на использовании марковских процессов и принципа оптимизации Беллмана, будет полезна для планирования подготовки спортсменов армрестлеров.

### Список литературы

1. Павлов В.П., Горовой В.А., Дранец В.Ф. Анализ развития скоростно-силовых качеств у студентов, занимающихся по специализации армрестлинг. В сб.: Актуальные проблемы

физического воспитания, спорта и туризма: Материалы IX Международной научно-практической конференции, Мозырь, 6 октября 2022 года (отв. ред. С.М. Блоцкий и др.). – Мозырь: установа адукацыі «Мазырскі дзяржаўны педагагічны ўніверсітэт імя І.П. Шамякіна» = учреждение образования «Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина», 2022. – С. 199-202.

2. Романов И.В., Лаппо В.А., Павелко Е.А. Проявление максимальных мышечных усилий (становая динамометрия) у студентов-медиков по секции армрестлинга. В сб.: Инновационные формы и практический опыт физического воспитания детей и учащейся молодежи (гл. ред. П.И. Новицкий). Витебск: Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, 2020. – С. 213-215.

3. Юденков А.В., Дли М.И., Круглов В.В. Математическое программирование в экономике. М.: Финансы и статистика, 2010. – 233 с.

---

### References

1. Pavlov V.P., Gorovoy V.A., Dranets V.F. Analysis of the development of speed and strength qualities in students engaged in arm wrestling specialization. In: Actual problems of physical education, sports and tourism: Materials of the IXth Int. scientific and practical conference, Mozyr, October 6, 2022 (Eds. S.M. Blotsky et al.). Mozyr, Mozyr State Pedagogical University named after I.P. Shamyakin, 2022, pp. 199-202 (in Russian).

2. Romanov I.V., Lappo V.A., Pavelko E.A. Manifestation of maximum muscular efforts (stanovaya dynamometry) in medical students in the arm wrestling section. In: Innovative forms and practical experience of physical education of children and students: A collection of scientific papers. (Chief ed. P.I. Novitsky). Vitebsk, Vitebsk State University named after P.M. Masherov, 2020, pp. 213-215 (in Russian).

3. Yudenkov A.V., Dli M.I., Kruglov V.V. *Matematicheskoe programmirovaniye v ekonomike* [Mathematical programming in economics]. Moscow, Finance and Statistics, 2010, 233 p (in Russian).



---

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СПОРТИВНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ БИОМЕХАНИКЕ

Минаев А.Я.<sup>1</sup>, кандидат технических наук, [minaev0804@ya.ru](mailto:minaev0804@ya.ru)

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт машиноведения  
им. А.А. Благонравова Российской академии наук

**Аннотация.** Во всех видах спорта, где успешный результат достигается за счет получения высоких скоростей снаряда, при взаимодействии со спортсменом возникают ударные и вибрационные нагрузки. Изучение вопросов вибрационной биомеханики спортивного снаряжения будет всегда актуальным и востребованным направлением в спортивной научной инженерии. Основанные на высоких инновационных технологиях, в том числе связанных с процессами передачи, анализа и оценки информации с применением компьютерных технологий, вибрационные характеристики снарядов удобно получать с помощью испытательных стендов. Ударные, вибрационные стенды, а также натурные испытания для записей динамических характеристик (изгибных, крутильных колебаний) различных моделей спортивных снарядов будут постоянно совершенствоваться. На лабораторных испытательных стендах определяются как скорость снаряда, так и скорость гашения возникающих колебаний, анализ декрементов затухания колебаний и другие динамические характеристики, определяющие качество спортивного снаряда и оказывающие существенное влияние на полученный спортсменом результат.

Анализ информации, полученной в ходе испытаний с вибрационных датчиков с построением амплитудно-частотных характеристик позволяет определять как наиболее высокоскоростной спортивный снаряд, так и снаряд с уменьшенными вибрациями и наилучшими виброгасящими (демпфирующими) свойствами.

Информационные, цифровые и другие технологии, в том числе связанные с разработкой инновационных композиционных материалов, вибрационная биомеханика спортивного снаряжения продолжают развиваться и играют важную роль в совершенствовании спортивных снарядов и расширении границ возможностей человека.

**Ключевые слова:** вибрационная биомеханика, испытательный стенд, скорость снаряда

---

# INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN SPORTS VIBRATION

## BIOMECHANICS

**Minaev A.Ya.**, Candidate of Sciences in Technology, *minaev0804@ya.ru*

Federal State Budgetary Institution of Science A.A. Blagonravov Institute of Mechanical Engineering of the Russian Academy of Sciences

**Abstract.** In all sports, where a successful result is achieved by obtaining high projectile speeds when interacting with an athlete, shock and vibration loads occur. The study of issues arising in the vibrational biomechanics of sports equipment will always be an urgent and in-demand area in sports scientific engineering. Based on high innovative technologies, including those related to the processes of transmission, analysis and evaluation of information using computer technology, it is convenient to obtain the vibration characteristics of projectiles in various situations using test benches. Shock, vibration stands, as well as field tests for recording dynamic characteristics (bending, torsional vibrations) of various models of sports equipment will be constantly improved. On laboratory test benches, both the velocity of the projectile and the rate of damping of the resulting vibrations are determined, the analysis of vibration attenuation decrements and other dynamic characteristics affecting the quality of the sports projectile and having a significant impact on the result obtained by the athlete.

The analysis of information data records obtained from vibration sensors with the construction of amplitude-frequency characteristics, based on the test results, allows us to determine both the most high-speed sports equipment, both a biomechanical system, and a projectile with reduced vibrations and the best vibration damping properties.

Information, digital and all other technologies, including those related to the development of innovative composite materials, continue to develop, the study of vibrational biomechanics of sports equipment will also continue to develop and play an important role in the development of increasingly advanced sports equipment that will further push the boundaries of human capabilities.

**Keywords:** vibrational biomechanics, test bench, projectile velocity, vibration damping

---

**Обоснование.** Любой вид физической культуры и спорта использует механические взаимодействия тела или конечностей спортсмена со спортивным инвентарем, снарядам, разработанным и созданным для данного конкретного вида спорта. В спортивной вибрационной биомеханике исследуются вибрационные или колебательные воздействия, передающиеся на тело спортсмена, взаимодействующего со спортивным снарядам. Анализ динамических характеристик при управляющих воздействиях на снаряд спортсменом во всех

случаях показывает возникновение механических колебаний или вибраций с различными частотами и амплитудами. При мощных ударах и больших скоростях движений снарядов можно наблюдать настолько сильные воздействия на конечности и суставы, что в теле спортсмена возникают неприятные и зачастую весьма значительные болевые ощущения с возможными негативными последствиями, которые сказываются на результатах. Примером является взаимодействие клюшки с шайбой, ракетки с мячом и руками спортсмена. В хоккее, как и в теннисе, при неудачном подборе инвентаря под индивидуальные биомеханические параметры спортсмена и неверно выполненных мощных ударах возникают сильные вибрации, передающиеся на тело спортсмена, которые негативно сказываются на результатах; также возможны травмы рук. Другой пример – это горнолыжный спорт [1]. «Цепкость лыжи» при быстрых движениях с поворотами скользящей поверхности лыжи по мягкому снегу или ледяному склону тесно связано с переменными условиями на трассе и изменяемыми вибрационными характеристиками в системе «спортсмен-лыжи-трасса».

**Цель:** получение информации для дальнейшего анализа вибрационных характеристик при взаимодействии спортсмена со спортивным снаряжением, которое он использует во время тренировок и соревнований с использованием различных регистрирующих, записывающих устройств. Уменьшенные и достаточно быстрые поглощения вибрации в конструкции клюшки, ракетки, лыжи являются существенным признаком удачно спроектированного и подобранного инвентаря, который оказывает существенное влияние на полученный спортсменом результат.

**Методы.** В ИМАШ РАН совершенствуются ударные и вибрационные стенды для получения динамических характеристик (как изгибных, так и крутильных колебаний) различных моделей клюшек, ракеток, лыж и других спортивных снарядов, использующих удар и возникающие вибрации [2]. На этих стендах возможно применение созданных в институте приборов для записи ударных и вибрационных процессов, происходящих в биомеханических системах при взаимодействии спортсмена с инвентарем. С помощью сравнительного анализа полученных информационных данных амплитудно-частотных характеристик, по результатам испытаний, определяется биомеханическая система с уменьшенными вибрациями и наилучшими виброгасящими (демпфирующими) свойствами.

**Заключение.** Инновационные лабораторные испытательные стенды дают возможность изучать вибрационные характеристики практически любого спортивного инвентаря. Скоростные (мощностные) характеристики снарядов, использующих удары, определяются по расшифровке записанных ударных спектров отклика (форм) ударных импульсов, времени нарастания ударной волны и достижения максимальных ускорений, пикам ударных ускорений в виброударной системе.

Промышленные технологии создания инновационных материалов и изделий, цифровые и информационные технологии постоянно развиваются. Вместе с этим исследования в области вибрационной биомеханики спортивных снарядов будут продолжать развиваться и играть важную роль в разработке новых и инновационных спортивных изделий, способных постоянно улучшать результаты спортсменов.

#### Список литературы

1. Лубяко А.А., Русия А.Г., Соловьева Е.М., Толстов Ю.С. Вибрационная нагрузка в скоростных видах зимнего спорта (скоростной спуск, ски-кросс, бобслей) // Медицина экстремальных ситуаций. – 2015. – № 2 (52). – С. 44-52.
2. Минаев А.Я. Экспериментальные исследования ударных взаимодействий и возникающих колебаний в упруго деформируемых биомеханических системах «спортсмен-инвентарь». В сб.: Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. М.: Московская государственная академия физической культуры, 2014. – С. 64-71.

---

#### References

1. Lubyako A.A., Rusia A.G., Solovyova E.M., Tolstov Yu.S. Vibration load in high-speed winter sports (downhill, ski cross, bobsleigh). *Medicina ekstremal'nyh situacij* [Medicine of extreme situations], 2015, No 2 (52), pp. 44-52 (in Russian).
2. Minaev A.Ya. Experimental studies of shock interactions and arising vibrations in elastically deformable biomechanical systems 'athlete-inventory'. In: Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports. Materials of the II All-Russian scientific and practical conference with international participation. Moscow, Moscow State Academy of Physical Culture, 2014, pp. 64-71 (in Russian).

---

## ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВКИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ НА ПАРАМЕТРЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ФУТБОЛИСТОВ 17-20 ЛЕТ

Аникеев В.И.<sup>1</sup>, студент 4 курса кафедры теории и методики футбола,  
*vasya.anikeev.2017@mail.ru*

Лаптев А.И.<sup>1</sup>, кандидат педагогических наук, ведущий научный сотрудник НИИ спорта и  
спортивной медицины, *Laptev.ai@gtsolifk.ru*

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Россия

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние 8-недельного цикла дыхательной тренировки квалифицированных футболистов с использованием дыхательного тренажера O2IN на снижение интенсивности накопления пульсового долга в тесте PWC170 и устойчивости к недостатку кислорода.

**Ключевые слова:** дыхательный тренажер, футболисты, спирометрия, ЧСС

---

## THE EFFECT OF RESPIRATORY MUSCLE TRAINING ON THE PARAMETERS OF EXTERNAL RESPIRATION AND PHYSICAL PERFORMANCE OF FOOTBALL PLAYERS AGED 17-20 YEARS

Anikeev V. I.<sup>1</sup>, Master student, Department of Theory and Methodology of Football,  
*vasya.anikeev.2017@mail.ru*

Laptev A. I.<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Pedagogy, Assistant Professor, Research Institute of Sports  
and Sports Medicine, *Laptev.ai@gtsolifk.ru*

<sup>1</sup> Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "The Russian University of  
Sport "GTSOLIFK", Moscow, Russia

**Abstract.** The article examines the effect of an eight-week cycle of respiratory training of qualified football players using the O2IN breathing simulator on reducing the intensity of accumulation of pulse debt in the PWC170 test and resistance to lack of oxygen.

**Keywords:** breathing simulator, football players, spirometry, heart rate

**Обоснование.** Тренеры и исследователи рассматривают тренировку дыхательных мышц как возможность, резерв повышения физической работоспособности спортсменов, особенно в ситуации прекращения роста спортивных результатов. В научной литературе показано, что систематические занятия с дыхательными тренажерами и выполнение дыхательных упражнений повышают аэробную выносливость спортсменов, показатели дыхательной системы, в связи с чем растет их работоспособность [6, 7, 9]. Меньшая утомляемость дыхательных мышц во время высокоинтенсивных упражнений – это следствие тренировки дыхательных мышц спортсменов [6, 7, 9].

Согласно обзору Leon-Morillas F. с соавторами [11] по вопросам эффективности тренировки дыхательных мышц в футболе, тренировка дыхательных мышц значительно, но не во всех исследованиях достоверно, улучшает максимальное потребление кислорода (МПК) и силу инспираторных мышц футболистов. Авторы отмечают недостаточность качественных экспериментальных работ на выборках квалифицированных футболистов и отмечают высокую перспективность и актуальность таких исследований.

**Цель:** выявить влияние регулярного воздействия тренировок дыхательных мышц на показатели параметров внешнего дыхания и физической работоспособности футболистов.

**Методы.** В работе были использованы следующие методы исследования: антропометрические измерения (длина и масса тела), дыхательная проба Штанге, спирометрия (оценка жизненной емкости легких (ЖЕЛ), максимальной вентиляции легких (МВЛ) на электронном спирографе Спиро-С-100), оценка работоспособности с помощью теста PWC<sub>170</sub> на велоэргометре Tunturi Pure Bike 4.1 с пульсометрией (Polar H10). Пульсометрия проводилась до (предстартовые 5 минут), во время теста PWC<sub>170</sub> и в течение 5 минут восстановительного периода.

Испытуемыми (контрольная (КГ) n=3 и экспериментальная (ЭГ) группа n=3) были футболисты – студенты – игроки любительского футбольного клуба 17 ± 2,8 лет, с длиной тела 180,5 ± 5,5 см, массой тела 66,5 ± 3,5 кг, имеющие 8 ± 3 лет стажа спортивных тренировок в футболе, с количеством регулярных тренировочных занятий или игр в неделю 6-8 часов в соревновательном периоде подготовки. Испытуемые не имели противопоказаний к обследованиям и физическим нагрузкам, травм и патологий, подписывали информированное добровольное согласие перед обследованиями.

Программа дыхательной тренировки включала комплекс упражнений дыхательной гимнастики Стрельниковой А.Н. (2 недели) [4, 8], упражнения дыхательной гимнастики К.П. Бутейко (4 недели) [3], занятия с дыхательным тренажером O2IN (2 недели).

**Результаты.** Согласно данным спирометрии, до и после цикла дыхательной тренировки у футболистов экспериментальной группы средняя прибавка ЖЕЛ составила

+825,6 мл (22%), а по МВЛ – +3,3 л/мин (2,75%). В контрольной группе динамика изменений параметров внешнего дыхания была отрицательная – ухудшение в среднем на -279,3 мл по ЖЕЛ и на -7,9 л/мин по МВЛ.

Реакция кардиореспираторной системы спортсменов на функциональную пробу Штанге с задержкой дыхания на вдохе свидетельствует об устойчивости организма к недостатку кислорода: чем продолжительнее время задержки дыхания, тем выше функциональные возможности организма. Результаты исследования показали, что в ЭГ по сравнению с КГ устойчивость организма к недостатку кислорода после цикла дыхательной тренировки значительно выросла, а в КГ – незначительно снизилась (+12,7 с – ЭГ и -2,4 с – КГ соответственно).

Сравнительная характеристика показателей работоспособности в тесте на общую работоспособность ( $PWC_{170}$ ) до и после 8-недельного цикла дыхательной тренировки у футболистов в ЭГ показала большую среднюю прибавку (прирост  $PWC_{170}$  +9%), чем в КГ (+3%).

У всех испытуемых из ЭГ после цикла дыхательных тренировок при повышении  $PWC_{170}$  значительно снизилась (в среднем на  $36,5 \pm 7,1$ ) интенсивность накопления пульсового долга (ИНПД) второй ступени нагрузки, при сохранении или повышении ее мощности. Это свидетельствует об увеличении работоспособности [5]. Снижение физиологических затрат за одинаковое время работы одинаковой мощности и выше может свидетельствовать о повышении экономичности работы из-за улучшения качества вегетативной регуляции и роста кардиореспираторных возможностей (частично подтверждается прибавкой ЖЕЛ и МВЛ).

**Заключение.** Результаты исследования свидетельствуют о положительном влиянии восьминедельного цикла дыхательной тренировки с использованием тренажера O2IN и дыхательных гимнастик на параметры внешнего дыхания и устойчивость к недостатку кислорода, а также на общую работоспособность квалифицированных футболистов.

### Список литературы

1. Гейченко Л.М. Влияние дыхательных тренажеров на повышение общей и специальной выносливости игроков в мини-футболе // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. Філалогія. Педагогіка. Псіхалогія. – 2019. – № 2. – С. 181-190.
2. Попов В.П. К вопросу о «забытых» мышцах // Мир спорта. – 2016. – № 3 (64). – С. 69-72.
3. Постол О.Л. Дыхательные гимнастики йогов и К.П. Бутейко на занятиях по физической культуре в вузе // Современные проблемы образования физического воспитания и здоровья молодежи. – 2015. – № 8 (213). – С. 257-262.

4. Смирнова Н.А., Шихов М.А. Применение дыхательной гимнастики А.Н. Стрельниковой для повышения физической работоспособности футболистов. В сб.: *Фундаментальные проблемы науки*, часть 4. Уфа: Аэтерна, 2017. – С. 20-24.
5. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. М.: УРСС, 2018. – 368 с.
6. Таможникова И.С., Таможников Д.В., Неретин А.В., Кормилини С.А. Влияние систематического применения дыхательных упражнений на функциональную подготовленность у спортсменов-футболистов в подготовительном периоде // *Современные проблемы науки и образования*. – 2016. – № 6. – С. 419.
7. Цянь В., Шамардин А.А., Таможников Д.В., Ткаченко Н.В., Сучилин А.А., Солопов И.Н. Применение направленных воздействий на дыхательную систему юных футболистов // *Вестник Волгоградского Государственного медицинского университета*. – 2006. – № S4. – С. 11-13.
8. Щетинин М.Н. Дыхательная гимнастика А.Н. Стрельниковой, 4-е изд. М.: Метафора, 2016. – 127 с.
9. Mackała K., Kurzaj M., Okrzymowska P. et al. The effect of respiratory muscle training on the pulmonary function lung ventilation, and endurance performance of young soccer players // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2019. – Vol. 17, No 1. – P. 324. DOI: 10.3390/ijerph17010234
10. Cavalcante Silva R.L., Hall L., Souto Maior A. Inspiratory muscle training improves performance of a repeated sprints ability test in professional soccer players // *J. Bodyw. Mov. Ther.* – 2019. – Vol. 23, No 3. – P. 425-455. DOI: 10.1016/j.jbmt.2019.01.016
11. León-Morillas F., León-Garzón M.C., Martínez-García M.D.M., et al. Effects of respiratory muscle training in soccer players: a systematic review with a meta-analysis // *Sportverletz. Sportschaden*. – 2021. Vol. 35, No 3. – P. 154-164. DOI: 10.1055/a-1524-0021

---

### References

1. Geychenko L.M. The influence of breathing trainers on increasing the general and special endurance of players in mini-football. *Vesnik Bresckaga ūniversiteta. Ser. Filalogiya. Pedagogika. Psihalogiya* [Bulletin of the Brest University. Ser. Philology. Pedagogy. Psychology], 2019, No 2, pp. 181-190 (in Russian).
2. Popov V.P. On the question of ‘forgotten’ muscles. *Mir sporta* [The World of Sport], 2016, No 3 (64), pp. 69-72 (in Russian).
3. Postol O.L. Breathing exercises of yogis and K.P. Buteyko in physical education classes at the university. *Sovremennye problemy obrazovaniya fizicheskogo vospitaniya i zdorov'ya molodezhi*



[Modern Problems of Physical Education and Youth Health], 2015, No 8 (213), pp. 257-262 (in Russian).

4. Smirnova N.A., Shikhov M.A. The use of respiratory gymnastics by A.N. Strelnikova to improve the physical performance of football players. In: Fundamental problems of science, part 4. Ufa, Aeterna, 2017, pp. 20-24 (in Russian).

5. Sonkin V.D., Tambovtseva R.V. *Razvitie myshechnoj energetiki i rabotosposobnosti v ontogeneze* [Development of muscular energy and performance in ontogenesis]. M., URSS Publ., 2022. – 368 p (in Russian).

6. Tamozhnikova I.S., Tamozhnikov D.V., Neretin A.V., Kormilin S.A. The influence of systematic use of breathing exercises on functional fitness in football athletes in the preparatory period. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2016, No 6, p. 419 (in Russian).

7. Qian V., Shamardin A.A., Tamozhnikov D.V., Tkachenko N.V., Suchilin A.A., Solopov I.N. Application of targeted effects on the respiratory system of young football players. *Vestnik Volgogradskogo Gosudarstvennogo medicinskogo universiteta* [Bulletin of the Volgograd State Medical University], 2006, No S4, pp. 11-13 (in Russian).

8. Shchetinin M.N. *Dyhatel'naya gimnastika A.N. Strel'nikovoj* [Respiratory gymnastics by A.N. Strelnikova], 4th ed. Moscow, Metaphor, 2016. – 127 p (in Russian).

9. Mackała K., Kurzaj M., Okrzymowska P. et al. The effect of respiratory muscle training on the pulmonary function lung ventilation, and endurance performance of young soccer players. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2019, Vol. 17, No 1, p. 324. DOI: 10.3390/ijerph17010234

10. Cavalcante Silva R.L., Hall L., Souto Maior A. Inspiratory muscle training improves performance of a repeated sprints ability test in professional soccer players. *J. Bodyw. Mov. Ther.*, 2019, Vol. 23, No 3, pp. 425-455. DOI: 10.1016/j.jbmt.2019.01.016

11. León-Morillas F., León-Garzón M.C., Martínez-García M.D.M., et al. Effects of respiratory muscle training in soccer players: a systematic review with a meta-analysis. *Sportverletz. Sportschaden*, 2021, Vol. 35, No 3, pp. 154-164. DOI: 10.1055/a-1524-0021

---

## ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В АНАЛИЗЕ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

**Перова В.И.**<sup>1</sup>, кандидат физико-математических наук, доцент, *perova\_vi@mail.ru*

**Летягина Е.Н.**<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, доцент, *len@fks.unn.ru*

**Башмуrow Н.А.**<sup>1</sup>, *bashmurov.nikolai@yandex.ru*

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Россия

**Аннотация.** Проведен нейросетевой кластерный анализ состояния физической культуры и спорта в регионах России с применением информационных технологий в ракурсе укрепления здоровья и активного долголетия населения страны, обеспечения национальной безопасности государства. Установлено значительное неравенство в функционировании спортивной сферы, предписывающее различные управленческие решения для приумножения степени ее развития.

**Ключевые слова:** физическая культура, спорт, субъекты России, спортивная политика, кластерный анализ, нейронные сети, Loginom

---

## THE USE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN THE ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

**Perova V.I.**<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Physics and Mathematics, Associate Professor,

*perova\_vi@mail.ru*

**Letiagina E.N.**<sup>1</sup>, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, *len@fks.unn.ru*

**Bashmurov N.A.**<sup>1</sup>, *bashmurov.nikolai@yandex.ru*

<sup>1</sup> National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),  
Nizhny Novgorod, Russia

**Abstract.** A neural network cluster analysis of the state of physical culture and sports in the regions of Russia with the use of information technologies in the perspective of strengthening the health and active longevity of the country's population, ensuring national security of the state was

carried out. Significant inequality in the functioning of the sports sphere has been established, prescribing various management decisions to increase the degree of its development.

**Keywords:** physical culture, sports, subjects of Russia, sports policy, cluster analysis, neural networks, Loginom

---

**Обоснование.** Искусственные нейронные сети позволяют анализировать и отслеживать развитие спортивных событий, корректировать стратегии в процессе проведения матчей, прогнозировать результаты соревнований [1]. Использование искусственных нейронных сетей позволяет проанализировать эффективность тренировочной деятельности, динамику межличностных отношений в спорте, строить модель оценки эффекта спортивной тренировки [2, 4]. Искусственные нейронные сети можно применять для повышения эффективности процесса спортивного отбора и спортивной ориентации по морфологическим и биодинамическим параметрам [5]. Используя нейронные сети, разрабатывают рекомендации по повышению результативности спортсменов с учетом их индивидуальных особенностей. Несмотря на растущее число научных работ в области применения искусственных нейронных сетей в сфере профессионального спорта, анализ и использование огромных объемов данных, собранных по физически активному населению, тренерам, спортивным сооружениям, финансированию в контексте управления и регионального развития отрасли по-прежнему ограничен [3].

**Цель:** исследование условий развития физической культуры и спорта в регионах РФ.

**Методы.** Исследована совокупность статистических данных Министерства спорта РФ за 2022 г. с помощью программного пакета Loginom на основе самоорганизующихся карт Кохонена. В исследовании рассматривались показатели: П1 – спортивные сооружения (всего), ед.; П2 – кадры, чел.; П3 – доля занимающихся физической культурой и спортом (3–79 лет), %.; П4 – подготовка разрядников (массовые разряды), чел.; П5 – единовременная пропускная способность (ЕПС) объектов спорта, % от норматива.

**Результаты.** В результате нейросетевого моделирования регионы РФ дифференцировались на 6 кластеров, количество регионов в которых варьируется более чем в 8 раз. Средние значения исследуемых показателей по кластерам и по стране в целом представлены в табл. 1. Результаты показывают, что регионы кластера №6 (г. Москва, Московская область и Краснодарский край) аттестуются наибольшими значениями показателей числа спортивных сооружений (П1), кадров (П2) и подготовленных разрядников (П4). Однако в этих регионах наблюдается недостаточная единовременная пропускная способность объектов спорта (П5). Низкими значениями показателей П1, П2 и П4 характеризуются регионы, вошедшие в состав кластера №2, а доли занимающихся физической

культурой и спортом (3–79 лет) (П3) – регионы кластера №1. Максимальные значения показателей П3 и П5 отмечаются в регионах кластера №3.

Таблица 1. Средние значения показателей по кластерам и по России за 2022 г.

Показатель	Кластер						Среднее значение по РФ
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	
П1	2467,92	1113,10	4246,75	5848,92	7894,36	17743,67	4158,75
П2	2652,50	1387,20	4242,75	6146,92	8338,91	31245,33	4858,78
П3	49,86	50,31	55,08	53,16	54,73	54,74	52,01
П4	7252,92	1777,35	18152,00	11170,62	26809,18	48168,00	12077,29
П5	61,84	60,38	70,87	58,71	69,08	51,77	62,87

**Заключение.** Проведенное исследование с применением нейросетевых технологий позволило оценить развитие физкультурно-спортивной сферы в регионах России и может быть использовано при разработке стратегий и программ развития.

#### Список литературы

1. Летягина Е.Н., Перова В.И., Волков А.Н., Кутасин А.Н. Цифровизация физической культуры и спорта. М.: Триумф, 2022. – 294 с.
2. Almeida-Neto P.F., Neto R.B., Matos D.G., Medeiros J. et al. Using artificial neural networks to help in the process of sports selection and orientation through morphological and biodynamic parameters: a pilot study // Sport Sciences for Health. – 2023. – Vol. 19, No 5. – P. 929-937. DOI: 10.1007/s11332-022-00986-1
3. Letiagina E., Perova V., Orlova E. Neural network analysis of the development of physical education and sports in Russia as an economic factor of country security. In: Proc. 4th Int. Conf. on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019). Atlantis Press, 2019. P. 138-142. DOI: 10.2991/icistis-19.2019.37
4. Passos P., Araújo D., Davids K., Gouveia L., Serpa S. Interpersonal dynamics in sport: the role of artificial neural networks and 3-D analysis // Behav. Res. Methods. – 2006. – Vol. 38, No 4. – P. 683–691. DOI: 10.3758/BF03193901
5. Yang S., Luo L., Tan B. Research on sports performance prediction based on BP neural network // Mobile Information Systems. Vol. 2021. Article 5578871. DOI: 10.1155/2021/5578871

---

#### References

1. Letyagina E.N., Perova V.I., Volkov A.N., Kutasin A.N. *Tsifrovizatsiya fizicheskoi kul'tury i sporta* [Digitalization of physical culture and sports]. M., Triumph, 2022, 294 p (in Russian).

2. Almeida-Neto P.F., Neto R.B., Matos D.G., Medeiros J. et al. Using artificial neural networks to help in the process of sports selection and orientation through morphological and biodynamic parameters: a pilot study. *Sport Sciences for Health*, 2023, Vol. 19, No 5, pp. 929-937. DOI: 10.1007/s11332-022-00986-1
3. Letiagina E., Perova V., Orlova E. Neural network analysis of the development of physical education and sports in Russia as an economic factor of country security. In: Proc. 4th Int. Conf. on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019). Atlantis Press, 2019, pp. 138-142. DOI: 10.2991/icistis-19.2019.37
4. Passos P., Araaújo D., Davids K., Gouveia L., Serpa S. Interpersonal dynamics in sport: the role of artificial neural networks and 3-D analysis. *Behav. Res. Methods*, 2006, Vol. 38, No 4, pp. 683-691. DOI: 10.3758/BF03193901
5. Yang S., Luo L., Tan B. Research on sports performance prediction based on BP neural network. *Mobile Information Systems*, Vol. 2021, Article 5578871. DOI: 10.1155/2021/5578871

---

# ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ И ОЦЕНКИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ И ПРИЕМОВ В ХОККЕЕ

Яковлев А.А.<sup>1</sup>, *anatolyakovlev84@gmail.com*

<sup>1</sup> Общероссийская общественная организация «Федерация хоккея России», Москва, Россия

**Аннотация.** Разработаны методика и инструментарий для распознавания и оценки качества выполнения технических приемов и навыков в хоккее с применением методов искусственного интеллекта.

**Ключевые слова:** обучение нейросети, технические навыки, технические приемы, распознавание, хоккей

---

# APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS FOR RECOGNITION AND EVALUATION OF MOTOR SKILLS AND TECHNIQUES IN HOCKEY

Yakovlev A.A.<sup>1</sup>, *anatolyakovlev84@gmail.com*

<sup>1</sup> Russian Hockey Federation, Moscow, Russia

**Abstract.** A methodology and tools were developed for recognizing and evaluating the quality of performing techniques and skills in hockey using artificial intelligence methods.

**Keywords:** neural network training, technical skills, techniques, recognition, hockey

---

**Обоснование.** При разработке отдельных модулей Национальной программы подготовки хоккеистов «Красная машина» [5, с. 156-203], [6, с. 28-36], [7, с. 28-36], [8, с. 28-36], [9, с. 28-36], [10, с. 28-36], [11, с. 28-36] возникла задача оценки степени сложности технических приемов и навыков, а также задача выявления оптимальной последовательности технических приемов и навыков при их освоении в процессе обучения и тренировки у занимающихся хоккеем в возрастных группах 8–11 лет.

**Цель:** разработать методику и технический инструментарий, позволяющие оперативно оценивать эффективность процесса освоения технических приемов и навыков.

**Методы.** Объектом исследования является процесс обучения и тренировки при освоении технических приемов и навыков хоккеистов. Методами исследования являются анализ специализированной литературы [1-4] и интернет-ресурсов [12-15], видеоанализ и экспертная оценка, разработанный инструментарий распознавания и классификации выполняемых технических приемов и навыков с использованием предобученной нейросети.

**Результаты.** В результате исследования были разработаны методика и инструмент для распознавания и оценки качества выполнения технических приемов и навыков в хоккее. В исследовании принимали участие занимающиеся ООО «Западный Лед» (ледовый дворец «Арктика») г. Москва, Ассоциация «СЗЦСП» г. Санкт-Петербург, ХК «Авангард» г. Омск, отдел разработки НППХ Федерации хоккея России, отдел внедрения НППХ Федерации хоккея России.

**Заключение.** В результате проведенного исследования разработаны и апробированы методика и инструментарий распознавания, классификации и оценки отдельных технических приемов и навыков, основанные на специально обученной нейросети.

### Список литературы

1. Ишматов Р.Г., Шилов В.В. Построение учебно-тренировочного процесса для хоккеистов различной квалификации: учебное пособие. Санкт-Петербург: НГУ им. П.Ф. Лесгафта, 2011. – 220 с.
2. Ишматов Р.Г. Тактическая подготовка хоккеистов. Теория и методика избранного вида спорта (хоккей): учебное пособие. Санкт-Петербург: НГУ им. П.Ф. Лесгафта, 2014. – 144 с.
3. Донской Д.Д., Зациорский В.М. Биомеханика. М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
4. Донской Д.Д. Законы движений в спорте. Очерки по теории структурности движений. М.: Издательство «Спорт», 2023. – 178 с.
5. Национальная программа спортивной подготовки по виду спорта «хоккей» [Электронный ресурс]. М.: Просвещение, 2020. – 320 с. URL: [https://fhr.ru/upload/iblock/deb/Natsionalnaya-programma\\_-interaktiv.pdf](https://fhr.ru/upload/iblock/deb/Natsionalnaya-programma_-interaktiv.pdf) (дата обращения: 15.11.2023).
6. Планы-конспекты тренировочных занятий. Возрастная группа 16 лет и младше [Электронный ресурс]. М.: Просвещение, 2018. – 197 с. URL: [https://fhr.ru/upload/iblock/bde/Prakticheskoe-rukovodstvo-16-let-2020\\_-interaktivnaya\\_-versiya-20200107.pdf](https://fhr.ru/upload/iblock/bde/Prakticheskoe-rukovodstvo-16-let-2020_-interaktivnaya_-versiya-20200107.pdf) (дата обращения: 15.11.2023).
7. Планы-конспекты тренировочных занятий. Возрастная группа 15 лет и младше [Электронный ресурс]. М.: Просвещение, 2018. – 197 с. URL: [https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-15-let-2020\\_-interaktivnaya\\_-versiya-20200107.pdf](https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-15-let-2020_-interaktivnaya_-versiya-20200107.pdf) (дата обращения: 15.11.2023).

8. Планы-конспекты тренировочных занятий. Возрастная группа 14 лет и младше [Электронный ресурс]. М.: Просвещение, 2018. – 197 с. URL: [https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-14-let-2020-\\_-interaktivnaya-\\_-versiya-20200107.pdf](https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-14-let-2020-_-interaktivnaya-_-versiya-20200107.pdf) (дата обращения: 15.11.2023).
9. Планы-конспекты тренировочных занятий. Возрастная группа 13 лет и младше [Электронный ресурс]. М.: Просвещение, 2018. – 197 с. URL: [https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-13-let-2020-\\_-interaktivnaya-\\_-versiya-20200107.pdf](https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-13-let-2020-_-interaktivnaya-_-versiya-20200107.pdf) (дата обращения: 15.11.2023).
10. Планы-конспекты тренировочных занятий. Возрастная группа 12 лет и младше [Электронный ресурс]. М.: Просвещение, 2018. – 197 с. URL: [https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-12-let-2020-\\_-interaktivnaya-\\_-versiya-20200107.pdf](https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-12-let-2020-_-interaktivnaya-_-versiya-20200107.pdf) (дата обращения: 15.11.2023).
11. Планы-конспекты тренировочных занятий. Возрастная группа 11 лет и младше [Электронный ресурс]. М.: Просвещение, 2018. – 197 с. URL: [https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-11-let-2020-\\_-interaktivnaya-\\_-versiya-20200107.pdf](https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-11-let-2020-_-interaktivnaya-_-versiya-20200107.pdf) (дата обращения: 15.11.2023).
12. Машинное обучение. TensorFlow. URL: <https://www.tensorflow.org/?hl=ru> (дата обращения: 15.11.2023).
13. Программирование на Python. URL: <https://www.python.org/> (дата обращения: 15.11.2023).
14. Среда разработки Android Studio. URL: <https://developer.android.com/studio> (дата обращения: 15.11.2023).
15. Center for Research in Computer Vision. URL: <https://www.crcv.ucf.edu/> (дата обращения: 15.11.2023).

---

### References

1. Ishmatov R.G., Shilov V.V. *Postroenie uchebno-trenirovochnogo processa dlya hokkeistov razlichnoy kvalifikacii: uchebnoe posobie* [Construction of the Educational and Training Process for Hockey Players of Various Qualifications: A Training Manual]. St. Petersburg, NGU im. P.F. Lesgafta, 2011, 220 p. (in Russian).
2. Ishmatov R.G. *Takticheskaya podgotovka hokkeistov. Teoriya i metodika izbrannogo vida sporta (hokkey): uchebnoe posobie* [Tactical Training of Hockey Players. Theory and Methodology of the Chosen Sport (Hockey): A Textbook]. St. Petersburg, NGU im. P.F. Lesgafta, 2014, 144 p. (in Russian).



3. Donskoy D.D., Zatsiorsky V.M. *Biomehanika* [Biomechanics]. M., Fizkul'tura i sport, 1979, 264 p. (in Russian).
4. Donskoy D.D. *Zakony dvizheniy v sporte. Ocherki po teorii strukturnosti dvizheniy* [Laws of Movements in Sports. Essays on the Theory of Movement Structure]. M., Izd-vo Sport, 2023, 178 p. (in Russian).
5. National sports training program for the sport 'hockey' [Electronic resource]. M., Prosvetshenie, 2020, 320 p. (in Russian). URL: [https://fhr.ru/upload/iblock/deb/Natsionalnaya-programma\\_-interaktiv.pdf](https://fhr.ru/upload/iblock/deb/Natsionalnaya-programma_-interaktiv.pdf) (accessed 15.11.2023).
6. Plans and outlines of training sessions. Age group 16 years and under [Electronic resource]. M., Prosvetshenie, 2018, 197 p. (in Russian). URL: <https://fhr.ru/upload/iblock/bde/Prakticheskoe-rukovodstvo-16-let-2020--interaktivnaya--versiya-20200107.pdf> (accessed 15.11.2023).
7. Plans and outlines of training sessions. Age group 15 years and under [Electronic resource]. M., Prosvetshenie, 2018, 197 p. (in Russian). URL: <https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-15-let-2020--interaktivnaya--versiya-20200107.pdf> (accessed 15.11.2023).
8. Plans and outlines of training sessions. Age group 14 years and under [Electronic resource]. M., Prosvetshenie, 2018, 197 p. (in Russian). URL: <https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-14-let-2020--interaktivnaya--versiya-20200107.pdf> (accessed 15.11.2023).
9. Plans and outlines of training sessions. Age group 13 years and under [Electronic resource]. M., Prosvetshenie, 2018, 197 p. (in Russian). URL: <https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-13-let-2020--interaktivnaya--versiya-20200107.pdf> (accessed 15.11.2023).
10. Plans and outlines of training sessions. Age group 12 years and under [Electronic resource]. M., Prosvetshenie, 2018, 197 p. (in Russian). URL: <https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-12-let-2020--interaktivnaya--versiya-20200107.pdf> (accessed 15.11.2023).
11. Plans and outlines of training sessions. Age group 11 years and under [Electronic resource]. M., Prosvetshenie, 2018, 197 p. (in Russian). URL: <https://fhr.ru/upload/iblock/c5a/Prakticheskoe-rukovodstvo-11-let-2020--interaktivnaya--versiya-20200107.pdf> (accessed 15.11.2023).
12. TensorFlow [Electronic resource]. URL: <https://www.tensorflow.org/?hl=ru> (accessed 15.11.2023).
13. Python [Electronic resource]. URL: <https://www.python.org/> (accessed 15.11.2023).
14. Android Studio [Electronic resource]. URL: <https://developer.android.com/studio> (accessed 15.11.2023).
15. Center for Research in Computer Vision [Electronic resource]. URL: <https://www.crcv.ucf.edu/> (accessed 15.11.2023).

---

## ФАКТОРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОСТАВКИ КИСЛОРОДА К МЫШЦАМ

Кислухина Е.В.<sup>1</sup>, старший научный сотрудник, *kislukhinaev@sklif.mos.ru*

Кислухин В.В.<sup>2</sup>, *viktork08@gmail.com*

<sup>1</sup> ГБУЗ НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия

<sup>2</sup> Самозанятый

**Аннотация.** Предложены оценки факторов микроциркуляции, влияющих на доставку кислорода к тканям, позволяющие оценить адекватность доставки кислорода к работающим мышцам.

**Ключевые слова:** доставка кислорода, микроциркуляция, капилляры, гематокрит, оксигемоглобин

---

## FACTORS THAT ENSURE THE EFFECTIVENESS OF OXYGEN DELIVERY TO MUSCLES

Kislukhina E.V.<sup>1</sup>, Senior researcher, *kislukhinaev@sklif.mos.ru*

Kislukhin V.V.<sup>2</sup>, *viktork08@gmail.com*

<sup>1</sup> Scientific Research Institute named after N.V. Sklifosovsky, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Self-employed

**Abstract.** Estimates of microcirculation factors affecting oxygen delivery to tissues are proposed to assess the adequacy of oxygen delivery to working muscles.

**Keywords:** oxygen delivery, microcirculation, capillaries, hematocrit, oxyhemoglobin

---

**Обоснование.** На всех этапах тренировки важно иметь адекватную доставку кислорода. В частности, при восстановлении после нагрузки. Факторы снабжения связаны формулой  $DO_2=1,34 \times Q \times Ht_a \times HbO_{2a}$  [1], где Q – кровоток,  $Ht_a$  – артериальный гематокрит, а  $HbO_{2a}$  – оксигенация артериальной крови. Также на доставку влияет нерегулярность кровотока в микрососудах. Крог [2] указывал, что «каждый капилляр должен попеременно открываться и закрываться, тогда положение открытых капилляров будет изменяться, вследствие чего однообразно орошается вся ткань. Если бы открытыми оставались всегда одни и те же

капилляры, то распределение веществ, приносимых ими, было бы очень неравномерным». Артериальный гематокрит  $Ht_a$  определяется распределением эритроцитов между центральной циркуляцией и микроциркуляцией, определяемым клеточным фактором  $KФ = Ht_b/Ht_a$ , где  $Ht_b = [\text{объем эритроцитов}]/[\text{объем крови}]$ , гематокрит всего тела. В капиллярах  $O_2$  переходит в ткань как диффузией, так и конвекцией. К. Бернард (1867) указывал, что работа пре и пост капиллярных сфинктеров определяет насыщение ткани водой, а также направление потока между тканью и открытыми микрососудами (цит. по [3]). Соответственно, направление конвекции веществ между тканью и открытыми капиллярами определяется отечностью ткани.

**Цель:** представить методы оценки факторов, определяющих доставку  $O_2$ .

**Методы.** (1) Кровоток,  $Q$ . В покое, в любой ткани, перфузируется малая часть капилляров (в мышцах 3-5%). Другими словами, следует знать не только кровоток, но и скорость вазомоций  $R$ , определяющую скорость перемещения открытых капилляров [3]. Получить величину  $R$  можно, используя ЛДФ-грамму. Проведя преобразование Фурье временного ЛДФ-ряда, можно получить среднюю спектральную частоту, по которой и находится  $R$ . (2) Артериальный гематокрит  $Ht_a$ .  $KФ$  составляет в норме примерно 0,9, но может меняться от 0,6 до 1,4. В эксперименте получение  $KФ$  осуществлялось при заборе крови и одновременной регистрации ее плотности. Забор крови, имеющей артериальный гематокрит, вел к падению плотности крови (выходила из микроциркуляции кровь с меньшим гематокритом). Скорость падения плотности определяла  $KФ$ . (3) Чтобы определить вклад конвекции в перенос  $O_2$ , и реализуется ли он, надо знать направление потока. Вазомоторная активность пре и пост капиллярных сфинктеров определяет 4 типа капилляров по отношению к перетоку жидкости ткань-кровь: (а) открытые (по ним течет кровь), через которые жидкость может как поступать в ткань, так и выводиться из ткани; (б) закрытые только с венозной стороны, А-капилляры, в этих капиллярах давление близко к артериальному и жидкость из них идет в ткань; (в) закрытые только с артериальной стороны В-капилляры, в этих капиллярах давление почти венозное и жидкость поступает в них; (г) капилляры, закрытые с обеих сторон. Преобладание А-капилляров ведет к росту жидкости в ткани и прекращению конвекции из О-капилляров, а при преобладании В-капилляров количество жидкости в ткани снизится (снизится и тканевое давление) и конвекция из О-капилляров возрастет наличие дыхательного ритма в спектре ЛДФ сигнала указывает на преобладание В-капилляров, и конвекционный выход кислорода из функционирующих капилляров. При выраженной артериализации органа конвекция кислорода отсутствует.

**Результаты.** Если после максимальной нагрузки, при которой практически все капилляры открыты, возникает кислородный долг (пул анаэробных продуктов), то растет роль указанного Кругом перемещения «открытости» микрососудов. Величина  $KФ$  определяет

распределение эритроцитов между системной и микроциркуляцией, КФ. При большом КФ эритроциты находятся, в основном, в микроциркуляции. В эксперименте было получено, что КФ меняется от 0,65 до 1,0, а R меняется от 0,02 до 2,0. В результате доставка кислорода может меняться в 2-3 раза. Перенос веществ из притекающей крови в ткань, конвекция, зависит от соотношения между А-капиллярами и В-капиллярами. Это соотношение предлагается оценивать величиной площадей спектра в дыхательном и сердечном диапазоне.

**Заключение.** Предложены оценки факторов микроциркуляции, влияющих на доставку O<sub>2</sub> тканям, позволяющие оценить адекватность доставки кислорода к работающим мышцам.

### Список литературы

1. Герман И. Физика организма человека, 2-е изд. (пер. с англ.). Долгопрудный: Интеллект, 2014. – 991 с.
2. Крог А. Анатомия и физиология капилляров (пер. с англ.). М.: Русский шахматный дом, 2020. – 210 с.
3. Fishman A.P., Richards D.W. (Eds.) Circulation of the blood: men and ideas. American Physiological Society, 1982. – 859 p.

---

### References

1. Herman I.P. Physics of the human body, 2nd ed. N.Y.: Springer, 2016, 977 p.
2. Krogh A. The anatomy and physiology of capillaries. Yale University Press, 1922, 305 p.
3. Fishman A.P., Richards D.W. (eds.) Circulation of the blood: men and ideas. American Physiological Society, 1982, 859 p.

---

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «SPORT SELECTION» ДЛЯ ОТБОРА И ПОДГОТОВКИ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Баранаев Ю.А.<sup>1</sup>, кандидат педагогических наук, *Baranaev@yahoo.com*

Миронов В.А.<sup>2</sup>, магистр педагогических наук, *7771023@gmail.com*

<sup>1</sup> Белорусский государственный университет физической культуры, Минск,  
Республика Беларусь

<sup>2</sup> Спортивное агентство «Вид-партнер», Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Результатом исследования стала разработка мобильного приложения «Sport Selection», которое использует алгоритм для сравнения антропометрической модели ребенка с моделью элитных спортсменов и выдачи результата в процентном соответствии.

**Ключевые слова:** мобильное приложение «Sport Selection», спортивный отбор и ориентация

---

## USING THE "SPORT SELECTION" MOBILE APPLICATION FOR THE SELECTION AND TRAINING OF YOUNG ATHLETES

Baranayeu Yu.A.<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Pedagogy, *Baranaev@yahoo.com*

Mironov V.A.<sup>2</sup>, Master of science, *7771023@gmail.com*

<sup>1</sup> Belarusian State University of Physical Culture, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup> Sport Agency "Vid-partner", Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The result of the research was the development of a mobile application called Sport Selection, which uses an algorithm to compare a child's anthropometric model with the model of elite athletes and provides the result in percentage correspondence.

**Keywords:** "Sport Selection" mobile app, Sport Selection and Orientation

---

**Обоснование.** Процесс многолетней подготовки в любом виде спорта начинается с процедуры отбора и спортивной ориентации. Цель данного мероприятия заключается в поиске перспективных детей, которые смогут успешно усваивать учебно-тренировочный материал и достигать высоких спортивных результатов. Рациональная система ранней ориентации

создает благоприятные условия для полного раскрытия потенциальных способностей детей и их совершенствования [1].

В настоящее время подготовка спортивного резерва и состояние школьной физической культуры являются крайне неудовлетворительными. Только 2% учащихся детско-юношеских спортивных школ (ДЮСШ) достигают вершин спортивного мастерства. И только 10% спортсменов, имеющих высокие достижения в юношеском и юниорском возрасте, достигают выдающихся результатов во взрослом спорте [2].

Дальнейшее совершенствование системы отбора и подготовки невозможно без внедрения новых идей, подходов и технологий. В настоящее время возникла необходимость оснастить тренеров и родителей знаниями о современных и объективных технологиях отбора и подготовки юных спортсменов.

**Цель:** разработать мобильное приложение «Sport Selection», основанное на прогнозной оценке антропометрического соответствия ребенка к виду спорта.

**Методы.** В работе использованы методы теоретического анализа и обобщения, библиографический метод поиска и изучения научной информации, системный анализ.

**Результаты.** Мобильное приложение предназначено для тестирования детей в возрасте от 6 до 17 лет, которые не являются профессиональными спортсменами и не имеют специфических изменений телосложения, характерных для определенного вида спорта, а также не страдают патологическими заболеваниями, связанными с особенностями роста и физического развития в целом.

Инновационный продукт – мобильное приложение «Sport Selection», основанное на технологии прогнозирования оценки антропометрического соответствия к виду спорта мальчиков и девочек. Алгоритм технологии позволяет прогнозировать антропометрические показатели ребенка (длина тела, тип телосложения) с учетом возрастных, половых особенностей и их сравнивать с данными моделей спортсменов (-ок) мирового уровня.

Высокий процент антропометрического соответствия ребенка для конкретного вида спорта указывает на то, что при наличии специальных двигательных способностей, легкости обучения, стрессоустойчивости, мотивации и других факторов, ребенок имеет большие шансы на достижение высоких спортивных результатов. В таком подходе мы исключаем, что антропометрический фактор будет лимитирующим во взрослом спорте.

«Sport Selection» проводит анализ типа телосложения, оценивает физическое развитие с учетом норм для данной популяции, прогнозирует рост на основе антропометрических данных ребенка и его родителей, учитывает длину рук и ног, а также расположение центра тяжести. Кроме того, предоставляется информация о риске развития сердечно-сосудистых заболеваний, темпах биологического созревания, возрасте наступления пика скорости роста

(мышечной массы, костной массы) и сенситивных периодах, а также о рекомендуемой суточной норме калорий.

**Заключение.** В ходе исследования было разработано мобильное приложение «Sport Selection». Приложение позволяет оценить, какой вид спорта наиболее подходит для ребенка на основе его прогнозных антропометрических показателей. Оно также помогает определить текущий уровень физического развития и биологический возраст ребенка, а также дает рекомендации по образу жизни, тренировочным программам и питанию.

Таким образом, данное приложение имеет потенциал стать мощным инструментом для развития спортивных талантов в стране и систематической подготовке их к достижению высоких результатов.

### Список литературы

1. Губа В.П., Никитушкин В.Г., Квашук П.В. Индивидуальные особенности юных спортсменов. Смоленск: Изд-во ТО информ.-коммерч. агентства, 1997. – 218 с.
2. Никитушкин В.Г. Актуальные вопросы юношеского спорта. В сб.: Построение и содержание тренировочного процесса учащихся спортивных школ: сборник научных трудов, ч. 1. М.: Государственный комитет СССР по физкультуре и спорту, ВНИИФК, ЦНИИ «Спорт», 1990. – С. 83-87.

---

### References

1. Guba V.P., Nikitushkin V.G., Kvashuk P.V. *Individualnye osobennosti yunyh sportsmenov* [Individual features of young athletes]. Smolensk, Izd-vo TO inform.-kommerch. agentstva, 1997, 218 p (in Russian).
2. Nikitushkin V.G. Actual issues of youth sports. In: Construction and content of the training process of students of sports schools: a collection of scientific papers, part 1. M.: USSR State Committee for Physical Education and Sport, All-Union Research Institute of Physical Culture, Central Research Institute 'Sport', 1990, pp. 83-87 (in Russian).

---

## ЦИФРОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ УЧЕТА ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ, НЕПРОФЕССИОНАЛЬНО ЗАНИМАЮЩЕГОСЯ СПОРТОМ

Гаврилов Н.А.<sup>1</sup>, кандидат педагогических наук, *nikgavrilov@narod.ru*

<sup>1</sup> Автономная некоммерческая образовательная организация дополнительного профессионального образования «Современные образовательные технологии и инновационные системы», Пермь, Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются цифровые методы и программные механизмы учета населения, непрофессионально занимающегося спортом на городских придомовых спортивных площадках.

**Ключевые слова:** умная спортплощадка, цифровые методы учета спортсменов-любителей, умный спорт, учет населения занимающегося спортом

---

## DIGITAL MECHANISMS FOR ACCOUNTING FOR PHYSICAL ACTIVITY OF THE POPULATION WHO ARE UNPROFESSIONALLY ENGAGED IN SPORTS

Gavrilov N.A.<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Pedagogy, *nikgavrilov@narod.ru*

<sup>1</sup> Autonomous non-profit educational organization of additional professional education "Modern Educational technologies and innovative systems", Perm, Russia

**Abstract.** The article discusses digital methods and software mechanisms for accounting for the population who are unprofessionally engaged in sports at urban sports grounds.

**Keywords:** smart sports ground, digital methods of accounting for amateur athletes, smart sports, accounting for the population engaged in sports

---

**Обоснование.** В соответствии с Указом Президента РФ В.В. Путина «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [1] определено увеличение доли граждан, систематически занимающихся физической культурой и спортом, до 70 процентов. По данным исследования, проведенного ЦСП «Платформа», вовлеченность



населения России в спорт и физкультуру растет, а главным трендом последних лет стали самостоятельные тренировки. Кроме того, согласно тому же исследованию, «большинство любителей – спортсменов занимается самостоятельно (по данным опроса – 74 %). Растущий тренд – домашние и уличные тренировки. Это создает запрос на фитнес-приложения, индивидуальные и групповые онлайн форматы тренировок, доступ к качественным информационным ресурсам о тренировках и адаптированную городскую среду» [3]. В одном из своих поручений по итогам заседания Совета по развитию физической культуры и спорта, Президент РФ указал, что система учета должна быть объективной, с этой целью следует «Обеспечить с использованием современных цифровых решений совершенствование системы федерального статистического наблюдения в области физической культуры и спорта и в сфере общего образования и дополнительного образования детей в целях получения достоверной информации о численности детей, систематически занимающихся физической культурой и спортом, в том числе в форме самостоятельных занятий, и исключения повторного учета таких детей» [4].

Как правило, самостоятельные занятия спортом не предполагают регистрации или учета субъекта, как, например, при целевых групповых занятиях и мероприятиях. Соответственно, возникает проблема учета самостоятельно занимающихся спортом. Частично эта проблема может быть решена путем социальных опросов и анкетирования [2], но такой метод не позволяет получить объективные количественные показатели. При современном уровне развития цифровых технологий очевидным решением проблемы учета является использование информационно-коммуникационных методов учета. Однако, при всем обилии предложения цифровых продуктов (приложений для смартфонов (фитнес-приложения, шагомеры, беговые и т.д.), тематических сайтов, телеграмм-ботов и т.д.) все они в большинстве имеют индивидуальный характер использования и не позволяют получать общую статистику. Соответственно, чтобы использовать цифровые технологии для массового учета занятий физической активностью населения, существует необходимость сформировать цифровой продукт, который, с одной стороны, был бы интересен населению, с другой – позволял бы получать информацию о проявлениях физической активности с целью получения объективной статистики. Одним из таких механизмов может стать набор цифровых сервисов в рамках Умной спортивной площадки. В рамках реализации национального проекта СПОРТ – НОРМА ЖИЗНИ на территории России за 2022 год открылось всего 40 умных спортплощадок, тогда как необорудованных умными сервисами – сотни тысяч, то есть для использования «умных сервисов» на стандартных придомовых спортивных площадках следует использовать новый цифровой механизм, позволяющий адаптировать цифровые сервисы к таким

стандартным площадкам и интересней (полезней) для использования населением, а также позволяющий извлекать полезную статистическую информацию для владельца сервиса.

**Цель:** формирование методики учета населения, непрофессионально занимающегося спортом с помощью цифровых механизмов и цифровых сервисов, аналогичных сервисам «умной спортплощадки».

**Методы.** Комплексное использование интерактивных программных продуктов различного формата, объединенных в единую цифровую экосистему на информационном портале (приложения для смартфонов, телеграмм-боты, сайт) при занятиях населения, непрофессионально занимающегося спортом на придомовых спортивных площадках.

**Результаты.** В ходе реализации социальных проектов на базе информационного ресурса <http://умный-спорт.рф> в течение 2018-2023 гг. сформированы эффективные цифровые механизмы, позволяющие осуществлять объективный количественный контроль по учету населения, непрофессионально занимающегося спортом на придомовых спортивных площадках. Создан и использован на практике набор интерактивных сервисов для занятий на придомовых спортивных площадках, при использовании которых население оставляет цифровые следы, позволяющие в обезличенном и персонифицированном порядке формировать статистику физической активности населения.

**Заключение.** На основании реализованных проектов возможно массовое, географически независимое использование цифровой экосистемы «умной спортплощадки» для формирования объективных статистических данных, отражающих физическую активность населения, занимающегося на придомовых спортивных площадках.

### Список литературы

1. Указ Президента РФ от 21 июля 2020 г. N 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 24.11.2023).
2. Дьячковская О.Н., Бочурова С.С., Голикова А.М., Колодезникова С.И. Физическая активность населения как предмет научного изучения // Молодой ученый. – 2017. – № 8 (142). – С. 388-391.
3. Как сформировать среду для спортсменов-любителей и стимулировать физическую активность во всех возрастах [Электронный ресурс]. URL: [https://pltf.ru/wp-content/uploads/2023/02/doklad\\_kak\\_sformirovat\\_sredu\\_dlya\\_sprtsmenov\\_lyubitelej-2-1.pdf](https://pltf.ru/wp-content/uploads/2023/02/doklad_kak_sformirovat_sredu_dlya_sprtsmenov_lyubitelej-2-1.pdf) (дата обращения: 24.11.2023).

4. Перечень поручений Президента РФ по итогам заседания Совета по развитию физической культуры и спорта 10 сентября 2021 года. URL: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/66882> (дата обращения: 24.11.2023).

---

### References

1. Decree of the President of the Russian Federation No 474 dated July 21, 2020 "On National Development Goals of the Russian Federation for the period up to 2030" (in Russian). URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (accessed 24.11.2023).
2. Dyachkovskaya O.N., Bocharova S.S., Golikov A.M., Kolodeznikova S.I. Physical activity of the population as a subject of scientific study. *Molodoj uchenyj* [Young Scientist], 2017, No 8 (142), pp. 388-391 (in Russian).
3. How to create an environment for amateur athletes and stimulate physical activity at all ages [Electronic resource] (in Russian). URL: [https://pltf.ru/wp-content/uploads/2023/02/doklad\\_kak\\_sformirovat\\_sredu\\_dlya\\_sprtsmenov\\_lyubitelej-2-1.pdf](https://pltf.ru/wp-content/uploads/2023/02/doklad_kak_sformirovat_sredu_dlya_sprtsmenov_lyubitelej-2-1.pdf) (accessed 24.11.2023).
4. List of instructions from the President of the Russian Federation following the meeting of the Council for the Development of Physical Culture and Sports on September 10, 2021. [Electronic resource] (in Russian). URL: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/66882> (accessed 24.11.2023).

---

## БАЗА ДАННЫХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРОДУКТОВ И БЛЮД КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Денисова Н.Н.<sup>1</sup>, кандидат медицинских наук, *denisova-55@yandex.ru*

Кешабянц Э.Э.<sup>1</sup>, кандидат медицинских наук, *evk1410@mail.ru*

<sup>1</sup> ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии  
и безопасности пищи», Москва, Россия

**Аннотация.** Основное звено комплексной оценки пищевого статуса спортсмена с целью разработки персонализированных рационов – это оценка фактического питания с применением различных компьютерных программ. При этом обширная и современная база данных химического состава продуктов и блюд, лежащая в основе программы, является важным условием получения адекватной информации.

**Ключевые слова:** фактическое питание, база данных химического состава

---

## DATABASE OF CHEMICAL COMPOSITION OF FOODS AND DISHES AS A TOOL FOR ASSESSING THE ACTUAL NUTRITION OF ATHLETES

Denisova N.N.<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Medicine, *denisova-55@yandex.ru*

Keshabyants E.E.<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Medicine, *evk1410@mail.ru*

<sup>1</sup> Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

**Abstract.** The main component in the comprehensive assessment of an athlete's nutritional status in order to develop personalized diets is the assessment of actual nutrition using various computer programs. At the same time, an extensive and modern database of the chemical composition of products and dishes, which is the basis of the program, is an important condition for obtaining adequate information.

**Keywords:** actual nutrition, chemical composition database

---

**Обоснование.** Питание является важнейшим фактором, обеспечивающим адаптацию организма спортсмена к интенсивным физическим и психологическим нагрузкам, повышающим работоспособность и ускоряющим восстановление. Для высококвалифицированных спортсменов особенно важна персонализация рационов с учетом индивидуальных особенностей: антропометрические характеристики, состав тела, вид и период спортивной деятельности и др. Оценка фактического питания спортсмена является основным звеном комплексной оценки пищевого статуса и основой для создания базовых рационов.

**Цель:** оценить применение различных баз данных для оценки фактического питания спортсменов с помощью компьютерных программ.

**Методы.** Фактическое питание спортсменов изучали частотным методом и методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания, проводимым согласно утвержденной методике [1, 2].

**Результаты.** Программа для анализа частоты потребления пищи разработана с целью общей оценки потребления групп пищевых продуктов. Компьютерная программа для сбора, обработки данных о потреблении пищи и анализа риска алиментарно-зависимых заболеваний на основе частотного метода была разработана в ФИЦ питания (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2004610397 от 09.02.2004 г.), с успехом применяется в настоящее время, так как позволяет оценить фактическое питание по профилю потребления пищевых продуктов и профилю потребления пищевых веществ. Зарегистрированные продукты и блюда вводятся в компьютеризированную программу анализа, и программа дает последовательную распечатку информации относительно ежедневного потребления энергии, макро- и микронутриентов. Каждому пациенту выдается протокол исследования с оценкой фактического питания и вероятностных рисков алиментарно-зависимых заболеваний, а также рекомендациями по изменению рациона питания [3].

Сущность метода 24-часового опроса (воспроизведения) питания заключается в установлении количества фактически потребленных пищевых продуктов и блюд посредством опроса (интервью), когда респондент (опрашиваемый) воспроизводит по памяти то, что он съел за предшествующие дню опроса сутки. Полученные характеристики и величины записываются интервьюером в специальную форму-вопросник, а затем обрабатываются с помощью компьютерной программы.

В основе программы анализа фактического питания лежит обновленная база данных для расчета потребления пищевых веществ «Информационно-аналитическая система расчета и оценки фактического питания» с набором функциональных данных (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020664074 от 06.11.2020 г.), включающая базу данных

сырьевых продуктов (1326); базу данных рецептов блюд (2070) и базу данных для расчета химического состава потребленных продуктов и блюд (анализ по 50 показателям).

Научный инструмент анализа питания (НИАП) – новая компьютерная программа, разработанная коллективом ученых в 2023 году (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023680849 от 05.10.2023 г.) [4]. Это современный инновационный инструмент, созданный с целью персонализации питания с применением искусственного интеллекта и современных цифровых технологий. В программе предусмотрены: создание рациона в автоматическом режиме, функция автоматизированного редактирования рациона, автоматический расчет нутриентного состава рациона, генерация итогового отчета с заключением по образу жизни, режиму питания, факторам риска, составу тела и фактическому питанию. В основе программы лежит компиляция различных баз данных – обширной базы продуктов, которая постоянно пополняется, так как ведется создание Всероссийской базы химического состава продуктов совместно «ФИЦ питания» с союзами производителей пищевых продуктов; базы рецептов по 75 нутриентам с учетом тепловой обработки и с функцией «умного сравнения». Кроме того, существует возможность добавления любых рецептов самостоятельно, при этом расчет нутриентного состава проводится автоматически.

**Заключение.** Компьютерный анализ фактического питания является наиболее популярным и широко применяемым современным методом анализа информации о потребляемой пище. Важным условием адекватной информации, получаемой с помощью компьютерных программ, является обширная и современная база данных химического состава продуктов и блюд, лежащая в основе программы анализа фактического питания, которая нуждается в постоянном пополнении и обновлении.

*Материал подготовлен в рамках FGMP-2022-0004.*

### Список литературы

1. Мартинчик А.Н., Батурич А.К., Баева В.С., Пескова Е.В. Изучение фактического питания с помощью анализа частоты потребления пищи: создание вопросника и оценка достоверности метода // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. – 1998. – № 5. – С. 14-19.
2. Методические рекомендации по оценке количества потребленной пищи методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания. Утв. Зам. Главного государственного врача Российской Федерации №С1-19/14-17 от 26 февраля 1996 г.
3. Тутельян В.А., Батурич А.К., Погожева А.В., Старовойтов М.Л., Воробьев С.В. Программа для ЭВМ №2004610397 «Фактическое питание человека. Сбор, обработка и анализ данных» («Анализ состояния питания человека») [Электронный ресурс]. URL:

<http://web.ion.ru/files/Патенты%20и%20программы%20для%20ЭВМ.docx> (дата обращения: 01.12.2023).

4. Тутельян В.А., Батурин А.К., Никитюк Д.Б., Мартинчик А.Н., Тармаева И.Ю. Программа для ЭВМ №2023680849 «Научный инструмент анализа питания (НИАП)». Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 05.10.2023 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://nplanner.ru/?ysclid=lp17vidlh7783460401> (дата обращения: 01.12.2023).

---

### References

1. Martinchik A.N., Baturin A.K., Baeva V.S., Peskova E.V. Studying actual nutrition by analyzing the frequency of food consumption: creating a questionnaire and evaluating the reliability of the method. *Profilaktika zabolevanij i ukreplenie zdorov'ya* [Disease Prevention and Health Promotion], 1998, No 5, pp. 14-19 (in Russian).
2. Methodological recommendations for assessing the amount of food consumed by the method of 24-hour (daily) reproduction of nutrition. Approved by the Deputy Chief State Physician of the Russian Federation No C1-19/14-17, February 26, 1996 (in Russian).
3. Tutelyan V.A., Baturin A.K., Pogozheva A.V., Starovoitov M.L., Vorobyov S.V. Computer program No. 2004610397 "Actual human nutrition. Data collection, processing and analysis" ("Analysis of human nutrition status"). URL: <http://web.ion.ru/files/Патенты%20и%20программы%20для%20ЭВМ.docx> (accessed 01.12.2023) (in Russian).
4. Tutelyan V.A., Baturin A.K., Nikityuk D.B., Martinchik A.N., Tarmaeva I.Y. Computer program No.2023680849 "Scientific nutrition analysis Tool (NIAP)" Registered in the Register of computer programs on October 5, 2023. URL: <https://nplanner.ru/?ysclid=lp17vidlh7783460401> (accessed 01.12.2023) (in Russian).

---

## ОБЩЕДОСТУПНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ, В КОТОРЫХ ПРЕДСТАВЛЕНЫ БИОСИГНАЛЫ СПОРТСМЕНОВ

Гавришев А.А.<sup>1</sup>, магистрант, *alexxx.2008@inbox.ru*

<sup>1</sup> Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

**Аннотация.** На основе анализа и обобщения материалов из различных источников проведен краткий обзор общедоступных баз данных, в которых представлены биосигналы спортсменов. Полученные результаты могут быть использованы для научных исследований и в учебных целях.

**Ключевые слова:** спортсмены, биосигналы человека, общедоступные базы данных, обзор

---

## PUBLIC DATABASES CONTAINING BIOSIGNALS OF ATHLETES

Gavrishev A.A.<sup>1</sup>, Master student, *alexxx.2008@inbox.ru*

<sup>1</sup> National Research Nuclear University MEPHI, Moscow, Russia

**Abstract.** Based on the analysis and generalization of data from various sources, a brief overview of public databases containing biosignals of athletes has been conducted. The obtained results can be used for scientific research and educational purposes.

**Keywords:** athletes, human biosignals, public databases, overview

---

**Обоснование.** Известно, что биосигналы человека несут информацию о физических проявлениях физиологических процессов, происходящих в организме человека. При этом биосигналы могут быть измерены и представлены в виде, удобном для обработки и анализа с помощью вычислительной техники. В качестве широко известных биосигналов выделяют ЭКГ, ЭЭГ и др. [1-3]. Измерение, обработка и анализ указанных биосигналов проводится в целях выделения в них информативных признаков или определения диагностических показателей [1-3]. Однако проведение исследований биосигналов человека, например, спортсменов, неизбежно сталкивается с проблемой необходимости наличия дорогостоящего



медицинского оборудования и квалифицированного персонала для него, что не всегда выполнимо на практике. Одним из вариантов решения указанной задачи при проведении исследований биосигналов человека может быть использование сведений из общедоступных баз данных (БД) [4].

**Цель:** краткий обзор общедоступных БД, в которых представлены биосигналы спортсменов.

**Методы.** Для достижения цели исследования, был проведен анализ и обобщение материалов по указанной тематике, которые опирались на данные из различных источников, в частности РИНЦ, РГБ, Google Scholar, PubMed, Physionet, Springer, поисковые системы Yandex, Google и др.

**Результаты.** В результате проведенных исследований были выявлены следующие общедоступные БД, в которых представлены биосигналы спортсменов:

1) БД Base-EEG-divers, представленная на ресурсе <https://neurobiology.ru>. Указанная БД содержит ЭЭГ, ЭКГ, ЭОГ записи 15 спортсменов-фридайверов;

2) БД ECG-sport, представленная на ресурсе <https://neurobiology.ru>. Указанная БД содержит текстовые файлы кардиоинтервалов спортсменов высшей квалификации (КМС, МС) в 5 видах спорта;

3) БД Norwegian Endurance Athlete ECG Database, представленная на ресурсе <https://physionet.org>. Указанная БД содержит записи ЭКГ 28 профессиональных спортсменов различных видов спорта;

4) БД Cardiorespiratory measurement from graded cycloergometer exercise testing, представленная на ресурсе <https://physionet.org>. Указанная БД содержит совокупность кардиореспираторных измерений 8 спортсменов-юниоров различных видов спорта;

5) БД Cardiorespiratory data acquired through wearable sensors while practicing sports, представленная на ресурсе <https://www.sciencedirect.com>. Указанная БД содержит 126 кардиореспираторных данных 81 человека, занимающегося 10 различными видами спорта;

6) БД Psycho-physio-neurological correlates of qualitative attention, emotion and flow experiences in a close-to-real-life extreme sports situation: low- and high-altitude slackline walking, представленная на ресурсе <https://zenodo.org>. Указанная БД содержит записи ЭЭГ и частоты сердечных сокращений 8 спортсменов во время ходьбы в горах.

**Заключение.** Проведенное исследование позволило выявить общедоступные БД, в которых представлены биосигналы спортсменов. Проведен их краткий обзор. Представленные общедоступные БД могут быть использованы для научных исследований и в учебных целях.

## Список литературы

1. Кубланов В.С., Борисов В.И., Долганов А.Ю. Анализ биомедицинских сигналов в среде MATLAB: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 120 с.
2. Гавришева Н.В., Гавришев А.А. О применении в медицине и смежных с ней областях свободно распространяемого программного обеспечения, реализующего методы нелинейной динамики, для измерения, обработки и анализа биосигналов человека. В сб. трудов XI МНТК «Энергетика, информатика, инновации-2021», т. 2. Смоленск: Изд-во Универсум, 2021. – С. 287-288.
3. Гавришева Н.В., Гавришев А.А. К вопросу о применении BDS-статистики для дифференциации электроэнцефалограмм здоровых лиц и лиц с алкогольной зависимостью // Профилактическая медицина. – 2021. – Т. 24, № 5-2. – С. 79. DOI: 10.17116/profmed20212405242
4. Кубланов В.С., Долганов А.Ю., Костоусов В.Б. с соавт. Биомедицинские сигналы и изображения в цифровом здравоохранении: хранение, обработка и анализ: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. – 240 с.

---

## References

1. Kublanov V.S., Borisov V.I., Dolganov A.Yu. *Analiz biomedicinskih signalov v srede MATLAB: uchebnoe posobie* [Analysis of biomedical signals in the MATLAB environment: a textbook]. Ekaterinburg, Ural. un-t Publ., 2016, 120 p. (in Russian).
2. Gavrishcheva N.V., Gavrishchev A.A. On the use in medicine and related fields of freely distributed software implementing nonlinear dynamics methods for measuring, processing and analyzing human biosignals. In: Proc. XI ISTC "Energy, informatics, innovations-2021", vol. 2. Smolensk, Universum Publ., 2021, pp. 287-288 (in Russian).
3. Gavrishcheva N.V., Gavrishchev A.A. On the use of BDS-statistics for the differentiation of electroencephalograms of healthy people and with alcohol dependence. *Profilakticheskaya medicina* [The Russian Journal of Preventive Medicine], 2021, vol. 24, no. 5-2, p. 79 (in Russian). DOI: 10.17116/profmed20212405242
4. Kublanov V.S., Dolganov A.Yu., Kostousov V.B. et al. *Biomedicinskie signaly i izobrazheniya v cifrovom zdravoohranenii: hranenie, obrabotka i analiz: uchebnoe posobie* [Biomedical signals and images in digital healthcare: Storage, processing and analysis: a textbook]. Ekaterinburg, Ural. un-t Publ., 2020, 240 p. (in Russian).

---

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СБОРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ БЕЙСБОЛА

**Бессонов Р.В.**<sup>1</sup>, доктор технических наук, *besson@cosmos.ru*

**Юматов Б.А.**<sup>1</sup>,

**Каверин А.А.**<sup>2</sup>, **Гутовская Н.Ю.**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> ГКУ города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы, Москва, Россия

**Аннотация.** Статья посвящена разработке системы автоматизированного сбора измерительной статистики игры в бейсбол основанная на измерениях оптико-электронной системы, вводе информации скорерами, и веб-сайта, на котором отображаются собранные данные в виде интерактивных таблиц, графиков и видеорядов.

**Ключевые слова:** бейсбол, статистика, видеоанализ, видеотрансляция, автоматизированные системы в спорте

---

## AUTOMATED COLLECTION SYSTEM OF BASEBALL MEASUREMENT STATISTICS

**Bessonov R.V.**<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, *besson@cosmos.ru*,

**Yumatov B.A.**<sup>1</sup>

**Kaverin A.A.**<sup>2</sup>, **Gutovskaya N.Y.**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Space Research Institute Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Moscow Center of Advanced Sport Technologies, Moscow, Russia

**Abstract.** The article is devoted to the development of a system for the automated collection of measuring statistics of the baseball games based on measurements of an optoelectronic system, input of information by scorers, and a web site that displays the collected data in the form of interactive tables, graphs and video sequences.

**Keywords:** baseball, statistics, video analysis, video broadcasting, automated systems in sports

**Обоснование.** Последнее десятилетие ознаменовано широким распространением оптико-электронных средств в различных сферах жизни, в том числе и в спорте. Оптико-электронные системы используются не только для видеотрансляций, но и для измерения различных параметров: координат, скоростей, траекторий, интервалов времени, дальностей полета мяча или движения спортсмена. Автоматизированный сбор измерительной статистики позволяет вести анализ хода матчей, уровня игроков, использоваться тренерами и спортсменами для противодействия сопернику и собственного развития. Видеотрансляции, дополненные измерительной статистикой и спецэффектами, привлекают фанатов и развивают популярность спорта.

В бейсболе в США существует ряд подобных систем. Наиболее развитой по уровню технологий (пожалуй, среди всех видов спорта) можно считать систему StatCast, внедренную с 2016 года на 30 стадионах богатейших клубов MLB (Major League Baseball) [1]. Также в США создан ряд оптико-электронных инструментов, таких как HitTrax и Rapsodo для сбора измерительной статистики в ходе тренировок [2, 3].

Вместе с тем, десятки тысяч стадионов по всему миру не обеспечены не только измерительными системами, но в большинстве своем системами видеотрансляций. Для освещения турниров высокого уровня приглашается дорогостоящее телевидение, а для остальной массы соревнований на стадионах, в лучшем случае, установлена фишай камера, которая не способна обеспечить качественной трансляции на стометровом стадионе.

Таким образом, основными причинами разработки и исследования системы автоматизированного сбора измерительной статистики для бейсбола послужили, с одной стороны, тенденции развития оптико-электронных средств и методов обработки изображения и внедрение их в спорте в последнем десятилетии, а с другой стороны – свободные ниши в бейсболе, которые очевидно будут заняты в ближайшем будущем системами аналогичными StatCast, только реализованными в более дешевом и массовом исполнении.

**Цель:** создание системы, позволяющей обеспечить автоматизированную видеотрансляцию, измерение, сбор и отображение основных параметров игры на базе стационарных камер, не требующих привлечения телевидения и операторов, пригодной для массового применения на стадионах различного уровня.

**Методы и результаты.** В результате четырех лет разработки и исследований создана и внедрена в проведение всех чемпионатов по бейсболу в России система, состоящая из следующих компонентов:

- интерфейса ввода информации о командах, игроках, чемпионатах и ведения классического для бейсбола скоринга, описывающего ход игры;

- оптико-электронной системы, обеспечивающей сбор измерительной статистики и видеотрансляцию;
- базы данных и веб-сайта, обеспечивающих:
  - вывод игровой статистики в традиционном для бейсбола табличном виде по играм, игрокам и командам;
  - описание хода матчей в форме pitch-by-pitch на английском языке;
  - вывод измерительной статистики как для каждого игрового момента, так и статистики по игрокам на интересующих интервалах времени;
  - дополнение описания хода матчей в форме pitch-by-pitch с автоматически нарезанными видеомomentами с нескольких синхронизированных камер;
  - youtube видеотрансляцию с функцией электронного оператора.

Все указанные функции: ввод статистики, оптические измерения, видеотрансляция и вывод данных на веб-сайт выполняются в реальном времени.

*Заключение.* По совокупности параметров созданная система не имеет аналогов и могла бы получить массовое распространение на стадионах по всему миру.

#### **Список литературы**

1. Statcast [Электронный ресурс]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Statcast#References> (дата обращения: 12.01.2023)
2. HitTrax [Электронный ресурс]. URL: <https://www.completegameofpa.com/hittrax/> (дата обращения: 12.01.2023)
3. Rapsodo [Электронный ресурс]. URL: <https://rapsodo.com/pages/baseball> (дата обращения: 12.01.2023)

---

#### **References**

1. Statcast [Electronic resource]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Statcast#References> (accessed 12.01.2023)
2. HitTrax [Electronic resource]. URL: <https://www.completegameofpa.com/hittrax/> (accessed 12.01.2023)
3. Rapsodo [Electronic resource]. URL: <https://rapsodo.com/pages/baseball> (accessed 12.01.2023)

---

## РЕАЛИЗАЦИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ ПО СПОРТИВНОЙ АНАЛИТИКЕ

**Мифтахов Р.Ф.**<sup>1</sup>, кандидат физико-математических наук, *rustem.miftakhov@gmail.com*

**Галяутдинов М.И.**<sup>1</sup>, кандидат физико-математических наук, *gmarat\_68@mail.ru*

<sup>1</sup> Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма,  
Казань, Россия

**Аннотация.** Все больше спортивных команд стремятся использовать возможности анализа данных для достижения спортивного результата, что приводит к возникновению индустрии спортивной аналитики. Ей требуются специалисты, способные применять аналитику данных в различных видах спорта. Соответственно, возникает потребность в образовательных программах для этой отрасли. В статье исследуется опыт реализации магистерской программы по направлению «Спорт» по профилю «Спортивная аналитика» в спортивном вузе. По опыту реализации магистерской программы можно сделать следующие выводы: образовательная программа актуальна и готовит востребованных специалистов; содержание специальных дисциплин действительно формирует новую область знаний.

**Ключевые слова:** спортивная аналитика, анализ данных, магистратура

---

## IMPLEMENTATION OF THE MASTER'S PROGRAM IN SPORTS ANALYTICS

**Miftakhov R.F.**<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Physics and Mathematics,

*rustem.miftakhov@gmail.com*

**Galyautdinov M.I.**<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Physics and Mathematics, *gmarat\_68@mail.ru*

<sup>1</sup> Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

**Abstract.** More and more sports teams are looking to utilize the power of data analytics to drive sports performance, leading to the emergence of the sports analytics industry. It requires professionals who can apply data analytics in various sports. Accordingly, there is a need for educational programs for this industry. The article explores the experience of implementing a master's program in the direction of "Sport" on the profile of "Sports Analytics" in a sports university. According to the experience of implementation of the master's program, the following conclusions

can be made: the educational program is relevant and prepares in-demand specialists; the content of special disciplines really forms a new field of knowledge.

**Keywords:** sports analytics, data analysis, master's degree

---

**Обоснование.** Развитие науки о данных задает тренды буквально во всех сферах жизни общества, спорт не является исключением. Прикладное применение технологий и инструментов анализа данных в спорте объединяет достаточно емкий термин – спортивная аналитика.

Сейчас спортивная аналитика представляет собой целую индустрию. Международные спортивные организации, федерации, профессиональные лиги, медиакомпании и профессиональные клубы выделяют значительные средства на разработку и внедрение аналитических инструментов, создают целые департаменты и отделы по анализу данных, вводят в штат тренеров аналитиков. Появились независимые компании, основной деятельностью которых является спортивная аналитика и сбор данных в спорте.

В этих условиях появилась потребность в специалистах, способных применять аналитику данных в различных видах спорта и, соответственно, потребность в образовательных программах для них.

**Цель:** изучить опыт разработки и реализации в спортивном вузе магистерской программы «Спортивная аналитика».

**Результаты.** В 2019 г. в нашем университете была запущена магистерская программа по спортивной аналитике. На данный момент мы остаемся единственным вузом в России, который готовит таких специалистов.

Цель магистерской программы «Спортивная аналитика» состоит в подготовке специалистов, обладающих широким набором компетенций в области анализа данных в избранных видах спорта. Реализовывалась данная специализация в рамках направления подготовки 49.04.03 «Спорт» (магистратура). В качестве типов задач профессиональной деятельности – аналитический и научно-исследовательский. Выпускники данного направления получают двойную квалификацию: тренер и аналитик.

В качестве профессионального стандарта на тот момент был выбран профессиональный стандарт 05.003 «Тренер, обобщенная трудовая функция», код G7.

При разработке образовательной программы были внимательно изучены все стороны индустрии спортивной аналитики, в частности потребности рынка труда в России. Был сделан вывод, что требования к профессиональным навыкам аналитиков постоянно растут. Был определен технологический стек спортивного аналитика: видеоанализ, статистика, базы данных, основы программирования, VI инструменты, алгоритмы машинного обучения и некоторые другие.

Основными задачами программы являются: формирование профессиональных навыков и компетенций реализации информационно-аналитической деятельности в спортивной организации; формирование и практическое внедрение навыков сбора, обработки и анализа данных в спорте; формирование компетенций в области наиболее актуальных тенденций развития информационных технологий в спорте [1].

Дисциплинами образовательной программы, формирующими эти компетенции, являются:

- введение в спортивную аналитику;
- технологии сбора и обработки данных в спорте;
- основы программирования;
- поиск и развитие талантов в спорте;
- математические методы обработки информации;
- мультимедиа-технологии в спорте;
- видеоанализ в спорте.

**Заключение.** По истечении 4 лет с начала реализации магистерской программы и трех выпусков дипломированных спортивных аналитиков можно сделать следующие выводы:

- Образовательная программа актуальна и готовит востребованных специалистов на рынке труда.
- Содержание специальных дисциплин действительно формирует новую область знаний и направлено на формирование уникальных компетенций.

### **Список литературы**

1. Мифтахов Р.Ф. Обучение инструментам анализа данных в спортивном вузе. В сб.: Студенческий спорт: инновации, технологии и цифровая трансформация: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 40-летию Высшей школы физической культуры и спорта Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта, Калининград, 30–31 марта 2023 года. Калининград: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, 2023. – С. 163-165.

---

### **References**

1. Miftakhov R.F. Training in data analysis tools at a sports university. In: Student sports: innovations, technologies and digital transformation: Materials of the I All-Russian Scientific and Practical conference dedicated to the 40th anniversary of the Higher School of Physical Culture and Sports of the Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, 30-31 March 2023. Kaliningrad, Immanuel Kant Baltic Federal University, 2023, pp. 163-165 (in Russian).



---

# АПРОБАЦИЯ ВЫЯВЛЕННОЙ УЯЗВИМОСТИ САМООБУЧАЮЩЕЙСЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИГРЫ В ГО «КАТАГО»

Филиппов В.В.<sup>1</sup>, мастер спорта России, *sensei@go-igo.ru*

Зборовская Т.В.<sup>1</sup>, *t.zborovskaya@gmail.com*

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**Аннотация.** В данной статье апробируется выявленная К. Пелрайном с соавт. уязвимость нейросети KataGo, играющей в го на уровне 9 дана. Построение групп согласно разработанному четырехуровневому алгоритму обнаруживает неспособность искусственного интеллекта понимать умышленное принесение в жертву крупных групп и расставлять приоритеты при наличии нескольких подобных жертв. Значимость обнаруженной стратегии заключается в том, что с ее применением человек одерживает верх над потенциально непобедимой программой при игре в силу I спортивного разряда.

**Ключевые слова:** игра го, бадук, вэйци, KataGo, нейронные сети

---

# APPROBATION OF DETECTED WEAKNESS OF SELF-TAUGHT GO GAME AI KATAGO

Filippov V.V.<sup>1</sup>, Master of Sports of Russia, *sensei@go-igo.ru*

Zborovskaya T.V.<sup>1</sup>, *t.zborovskaya@gmail.com*

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Abstract.** The article describes testing a weakness of the go-playing AI KataGo (9d) detected by K. Pelrine et al. Building groups following the developed 4-level algorithm reveals the incapability of AI to understand intentional sacrifice of larger groups and to prioritize when discovering several similar sacrifices on the board. The value of the developed strategy lies in human victory over a potentially unbeatable program even regarding the fact that human is playing on the level of 1q (2000 Elo).

**Keywords:** go game, baduk, weiqi, KataGo, neural networks

---

**Обоснование.** Первой технологией, разработанной для игры в го и способной осуществлять расчеты в диапазоне 171-значных чисел (количество допустимых комбинаций в одной партии в го), стала нейросеть AlphaGo от компании Google DeepMind [1]. Для проверки программы были проведены матчи с профессиональными игроками Фань Хуэем (2015, 5-0 в пользу AlphaGo) и Ли Седолем (2016, 4-1 в пользу AlphaGo). AlphaGo обучалась, просматривая партии настоящих игроков; нейросети нового поколения – такие как KataGo [2], Leela [3], FineArt [4] – обучаются, играя сами с собой и друг с другом. В ноябре 2022 года Келлин Пелрайн и его коллеги при помощи компьютерной программы обнаружили возможность победить KataGo. В феврале 2023 выходит научная публикация о предложенном методе. Цель нашего исследования – апробировать стратегию Пелрайна с соавт. усилиями человека и убедиться в возможности победы человека над программой.

**Методы.** Обученная Пелрайном с соавт. программа-соперник выигрывает против KataGo последней актуальной версии (база b40c256-s11840935168-d2898845681) в 72%–100% случаев при помощи стратегии, основанной на уязвимости многослойной структуры из мертвых групп. При построении такой четырехуровневой структуры программа теряет в приоритетах, не может правильно рассчитать количество ходов, необходимых для спасения своих групп, стремится ликвидировать 1-й уровень «матрешки» и к моменту, когда кольцо из мертвых групп 2-го уровня смыкается, уже проигрывает по темпу [5]. Изучив алгоритм, мы воспроизвели следующие 4 этапа стратегии:

Этап 1. Построение мертвой группы черных в окружении кольца белой группы.

Этап 2. Окружение кольца белых при помощи 5 мертвых групп черных. Программа окружает черных оставшимися камнями белых. Задействуется все игровое поле.

Этап 3. Третье кольцо мертвых черных групп постепенно смыкается вокруг второго кольца единой белой группы. Из-за построения «матрешки» в программе происходит сбой оценки позиции, белые игнорируют действия соперника, и черные завершают окружение. Все камни белых гибнут, а черные оживают. Белые терпят сокрушительное поражение.

Этап 4. На конечном этапе партии работа нейронной сети нарушается настолько, что уровень игры программы падает с профессионального до уровня знания правил.

**Результаты.** Предложенную К. Пелрайном с соавт. стратегию удалось успешно апробировать. Человек одерживает верх над программой KataGo, воспроизводя предложенный алгоритм.

**Заключение.** В отличие от шахмат, в го победа нейросети над человеком, провозглашенная в 2016 году, на данном этапе является неокончательной, так как описанные комбинации легко конструируются человеком и могут производиться игроком I спортивного разряда.

## Список литературы

1. Официальный сайт нейросети AlphaGo [Электронный ресурс]. URL: <https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphago> (дата обращения: 20.09.2023).
  2. Установочные файлы нейросети KataGo на портале разработчиков GitHub. URL: <https://github.com/lightvector/KataGo/releases?q=v1.12.4&expanded=true> (дата обращения: 20.09.2023).
  3. Официальный сайт программы Leela. URL: <https://www.sjeng.org/leela.html> (дата обращения: 20.09.2023).
  4. Lauder E. Tencent's made a Go-playing AI to rival Google's AlphaGo. URL: <https://aibusiness.com/companies/tencent-s-made-a-go-playing-ai-to-rival-google-s-alphago> (дата обращения: 20.09.2023).
  5. Wang T.T., Gleave A., Tseng T., Pelrine K., Belrose N. et al. Adversarial policies beat superhuman Go AIs // arXiv:2211.00241 [cs.LG]. URL: <https://goattack.far.ai/adversarial-policy-katago> (дата обращения: 20.09.2023). DOI: 10.48550/arXiv.2211.00241
  6. Financial Times. Man beats machine at Go in human victory over AI. URL: <https://www.ft.com/content/175e5314-a7f7-4741-a786-273219f433a1> (дата обращения: 27.11.2023).
- 

## References

1. AlphaGo by Google DeepMind. URL: <https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphago> (accessed 20.09.2023).
2. KataGo on GitHub.  
URL: <https://github.com/lightvector/KataGo/releases?q=v1.12.4&expanded=true> (accessed 20.09.2023).
3. Leela official website. URL: <https://www.sjeng.org/leela.html> (accessed 20.09.2023).
4. Lauder E. Tencent's Made a Go-Playing AI to Rival Google's AlphaGo. URL: <https://aibusiness.com/companies/tencent-s-made-a-go-playing-ai-to-rival-google-s-alphago> (accessed 20.09.2023).
5. Wang T.T., Gleave A., Tseng T., Pelrine K., Belrose N. et al. Adversarial policies beat superhuman Go AIs // arXiv:2211.00241 [cs.LG]. URL: <https://goattack.far.ai/adversarial-policy-katago> (accessed 20.09.2023). DOI: 10.48550/arXiv.2211.00241
6. Financial Times. Man beats machine at Go in human victory over AI. URL: <https://www.ft.com/content/175e5314-a7f7-4741-a786-273219f433a1> (accessed 27.11.2023).

---

## ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ НАГРУЗОЧНОЙ ПЕРЕНОСИМОСТИ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ, ПОЛУЧЕННОМУ В СТАНДАРТНОМ ПОЛЕВОМ ТЕСТЕ

**Власкин Д.Н.**<sup>1</sup>, *dvlaskin@mail.ru*

**Похачевский А.Л.**<sup>2</sup>, доктор медицинских наук, профессор, *sport-med@list.ru*

<sup>1</sup> ООО «Максипульс», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия

**Аннотация.** Мониторинг тренировочной работы по показателям эффективности обеспечивает индивидуальный контроль физиологической стоимости выполняемой работы. Показатели эффективности рассчитываются программой МАКСИПУЛЬС по результатам стандартного полевого теста.

**Ключевые слова:** перетренированность, полевой тест, физиологическая стоимость, предельная эффективность, мониторинг, тренировочная нагрузка, видеотрекинг, прогностический анализ

---

## OPERATIVE MONITORING OF LOAD CAPACITY BY EFFICIENCY INDICATOR OBTAINED IN A STANDARD FIELD TEST

**Vlaskin D.N.**<sup>1</sup>, *dvlaskin@mail.ru*

**Pokhachevsky A.L.**<sup>2</sup>, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, *sport-med@list.ru*

<sup>1</sup> Maxipuls LLC, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Sechenov University, Moscow, Russia

**Abstract.** Monitoring of training work based on efficiency indicators provides individual control of the physiological cost of the performed work. Efficiency indicators are calculated by the MAXIPULSE program based on the results of a standard field test.

**Keywords:** overtraining, field test, physiological cost, marginal efficiency, monitoring, training load, video tracking, predictive analysis

---

**Обоснование.** Проблемы корректного усвоения организмом физической нагрузки и формирования тренированности, а следовательно, и задачи по предупреждению перетренированности и снижению риска травматизма, не могут быть решены без использования современных цифровых средств медико-педагогического контроля дозирования физической нагрузки. Систематические перегрузки, в сочетании с действием внутренировочных стрессоров и неадекватным восстановлением, неизбежно приводят к перенапряжению адаптационных механизмов, снижению работоспособности и деградации тренировочного процесса [1]. Это проблема выходит за рамки исключительно подготовки спортсменов высшего уровня мастерства. Ежегодные потери на начальных этапах подготовки резерва из-за перегрузок и травм, кроме естественного отбора, составляют 80 тысяч человек в год. Это означает, что огромные человеческие и финансовые ресурсы расходуются неэффективно. Также наносится непоправимый ущерб идее спорта и имиджу государства, как регулятору процесса спортивной подготовки.

**Цель:** определить возможности оперативного мониторинга тренировочной нагрузки (ТН) по показателю предельной эффективности, полученному в полевых тестах с максимальной нагрузкой.

**Методы.** Обследована группа практически здоровых футболистов 14-16 лет (28 человек), находящихся на 3-м этапе спортивной подготовки. Весь процесс оперативного мониторинга, тестирования, регистрации, обработки и анализа данных осуществлялся непосредственно во время тренировочных занятий с помощью аппаратно-программного комплекса Максипульс и нагрудных датчиков регистрации электрокардиограммы. Одновременно тестировались группы численностью 12 и 16 человек. Нагрузка задавалась по стандартному протоколу максимального полевого 20-метрового челночного теста (beer-тест) со ступенчатым возрастанием скорости перемещения. Полученные показатели работоспособности, производительности, эффективности и восстановления использовались для создания цифровой модели спортсмена, по которой впоследствии осуществлялся мониторинг нагрузки в реальном времени тренировки. Для регистрации параметров внешней работы во время тренировочного занятия использовалась интегрированная система видеointеллекта TS2 (видеокамера 1080HD). Расчеты фитнес-данных осуществлялись машинными алгоритмами.

Суть метода заключается в использовании показателя физиологической стоимости (эффективности) выполняемой работы, полученного во время полевого теста, для

мониторинга и прогноза переносимости тренировочной нагрузки в процессе нативной тренировочной или соревновательной деятельности.

**Результаты.** Тестирование в стандартных условиях полевого теста позволяет рассчитать показатель физиологической стоимости выполняемой работы, динамику и его предельное значение, или предельную эффективность (ПЭ). Диагностическую ценность представляет время возникновения предельной эффективности (точка предельной эффективности, ТПЭ). Установлено, что ТПЭ лимитируется физической работоспособностью и отражает исчерпание нейрогуморальных резервов и окончание влияния регуляторных механизмов на частоту сердечных сокращений (ЧСС). Во время онлайн мониторинга, кроме контроля ЧСС, пульсовых зон и тренировочной нагрузки по дополнительному потреблению кислорода, АПК Максипульс рассчитывал процентную величину текущей эффективности от предельного значения и проводил прогностический анализ достижения ТПЭ при сохранении текущей интенсивности нагрузки.

**Заключение.** Разработан способ оперативного мониторинга тренировочного процесса, основанный на показателе адаптационной стоимости физической нагрузки. Предполагается, что дальнейшее изучение выявленных закономерностей поможет точнее описать физиологические механизмы, задействованные в процессе преодоления физических нагрузок, и использовать возможности цифрового мониторинга для повышения эффективности и безопасности спортивной подготовки.

#### Список литературы

1. Похачевский А.Л., Лапкин М.М., Трутнева Е.А., Мельников Д.С., Шубин К.Ю. Адаптационные механизмы предельной работоспособности // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 8. – С. 17-19.

---

#### References

1. Pokhachevsky A.L., Lapkin M.M., Trutneva E.A., Melnikov D.S., Shubin K.Yu. Adaptation mechanisms of maximum performance. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2021, No 8, pp. 17-19. (in Russian).

---

## СМАРТ-ТЕХНОЛОГИИ В ЭКИПИРОВКЕ СПОРТСМЕНОВ

Мелихова Т.М.<sup>1</sup>, кандидат педагогических наук, доцент, *ManKonjki@yandex.ru*

<sup>1</sup> Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия

**Аннотация.** В статье приведена технология Samsung Benelux, применяемая в экипировке конькобежцев и шорт-трекеров.

**Ключевые слова:** экипировка спортсменов, смарт-технологии

---

## SMART TECHNOLOGIES IN ATHLETES' EQUIPMENT

Melikhova T.M.<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Pedagogy, Associate Professor,

*ManKonjki@yandex.ru*

<sup>1</sup> Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, Russia

**Abstract.** The article describes Samsung Benelux technology used in the equipment of speed skaters and short track speed skaters.

**Keywords:** sports equipment, smart technologies

---

**Обоснование.** Технологии играют важную роль в развитии спорта, помогая улучшить тренировочный процесс и достичь лучших результатов. В настоящее время современный спорт стремительно развивается. С появлением цифровых технологий спортивная деятельность стала рассматриваться более интегрально с учетом смарт-технологий. Смарт-технологии, такие как умные трекеры, виртуальная реальность и анализ данных, могут быть применены в конькобежном спорте для улучшения тренировок и достижения лучших результатов. Конькобежный спорт и шорт-трек – это такие виды спорта, которые включают в себя бег на коньках по льду на время, поэтому цифровые тенденции не обошли стороной экипировку спортсменов этих видов спорта. GPS-трекеры могут использоваться для отслеживания тренировок и соревнований, а также для анализа данных о скорости и расстоянии. Датчики могут измерять скорость, ускорение и углы наклона, что позволяет спортсменам анализировать свою технику и улучшать ее. При этом одежда будет содержать датчик растяжения или акселерометр для отслеживания движений человека. На этой основе в

шорт-треке разработали костюм, который отслеживает положение тела спортсмена относительно льда.

Суть технологии Samsung Benelux в шорт-треке: Samsung SmartSuit – это сшитый на заказ костюм для шорт-трекеров, который очень точно отображает положение тела в пространстве и рассчитывает расстояние от бедер до льда [1, 2]. Костюм имеет пять интегрированных датчиков и подключен по беспроводной сети к смартфону тренера и предоставляет ему доступ к данным. Будучи проанализирована системой, информация преподносится в виде рекомендаций тренеру через приложение в режиме реального времени. Это позволяет увидеть, находятся ли спортсмены в лучшем положении. Если их поза не является оптимальной, тренер может уведомить конькобежца, отправив вибрацию на запястье спортсмена нажатием кнопки. Это позволяет конькобежцу немедленно соответствующим образом скорректировать свое положение. Вслед за SmartSuit, конструированием и созданием датчиков, отслеживающих силу и давление на конек в повороте, занялись студенты Гаагского и Делфтского технологических университетов [2].

Датчики могут измерять скорость, ускорение и углы наклона, что позволяет спортсменам анализировать свою технику и улучшать ее.

**Цель:** провести теоретический анализ применения смарт-технологий в экипировке конькобежцев и шорт-трекеров.

**Методы:** теоретический анализ научно-методической и специальной отечественной и зарубежной литературы по проблеме исследования.

**Результаты.** В Нидерландах был разработан сшитый на заказ костюм для шорт-трека, чтобы помочь спортсменам скорректировать свое положение на коньках во время тренировок и довести его до идеального [1]. Смарт-одежда разработки Samsung Benelux получила незамысловатое название SmartSuit. Голландские конькобежцы – это единственные в мире спортсмены, использующие эту технологию. Технологическое новшество позволило бренду активно способствовать успешному выступлению спортсменов во время зимних Олимпийских игр. Более точное измерение показателей и анализ данных позволяют тренерам и спортсменам более эффективно планировать тренировки. Возможность анализа и индивидуальной коррекции техники в режиме реального времени помогает спортсменам улучшить свою технику и достичь лучших результатов в беге на коньках.

**Заключение.** Использование смарт-технологий в конькобежном спорте может значительно улучшить тренировочный процесс и помочь спортсменам достичь лучших результатов. В будущем можно ожидать улучшения смарт-технологий, что откроет новые возможности для развития конькобежного спорта.



### Список литературы

1. Eyeforce. Samsung Benelux's smartsuit brings Dutch short track speed skaters closer to Olympic gold. URL: <https://eyeforce.nl/samsung-beneluxs-smartsuit-brings-dutch-short-track-speed-skaters-closer-to-olympic-gold/> (дата обращения: 06.10.2022).
  2. Van der Kruk E., Reijne M.M., de Laat B., Veeger D.H.E.J. Push-off forces in elite short-track speed skating // *Sports Biomech.* – 2019. – Vol. 18, No 5. – P. 527-538. DOI: 10.1080/14763141.2018.1441898
- 

### References

1. Eyeforce. Samsung Benelux's smartsuit brings Dutch short track speed skaters closer to Olympic gold. URL: <https://eyeforce.nl/samsung-beneluxs-smartsuit-brings-dutch-short-track-speed-skaters-closer-to-olympic-gold/> (accessed 06.10.2022).
2. Van der Kruk E., Reijne M.M., de Laat B., Veeger D.H.E.J. Push-off forces in elite short-track speed skating. *Sports Biomech.*, 2019, Vol. 18, No 5, pp. 527-538. DOI: 10.1080/14763141.2018.1441898

---

## КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ НИЗКОГО СТАРТА

Гонтарев С.В.<sup>1</sup>, кандидат технических наук, [svg007@mail.ru](mailto:svg007@mail.ru)

<sup>1</sup> Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

**Аннотация.** Разработан автономный комплекс для исследования и оптимизации параметров низкого старта, предназначенный для массового применения. Комплекс позволяет индивидуально оптимизировать параметры низкого старта в процессе тренировок, обеспечивает быструю обратную связь и имеет низкую стоимость.

**Ключевые слова:** низкий старт, временные параметры, оптимизация

---

## A COMPLEX FOR STUDYING THE TIME PARAMETERS OF A LOW START

Gontarev S.V.<sup>1</sup>, Candidate of Sciences in Technology, [svg007@mail.ru](mailto:svg007@mail.ru)

<sup>1</sup> Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences

**Abstract.** An autonomous complex has been developed for the study and optimization of low-start parameters. Allows you to individually optimize the parameters of a low start during training. Provides quick feedback. It has a low cost.

**Keywords:** low-start, time parameters, optimization

---

**Обоснование.** Повышение результатов бега на короткие дистанции возможно за счет оптимизации времени старта. Оптимизация времени должна проводиться по каждому этапу бега отдельно. Известны системы обслуживания стартов [1]. Однако количество таких систем ограничено и их сложно использовать для тренировки нескольких спортсменов одновременно. Для массового индивидуального использования необходим комплекс, позволяющий автономно проводить оптимизацию низкого старта спортсменов.

**Цель:** создание дешевого автономного комплекса для индивидуального использования в процессе тренировок в легкой атлетике для оптимизации низкого старта.

При беге на короткие дистанции применяется низкий старт с использованием стартовых колодок [2]. Время старта складывается из времени реакции спортсмена на звуковой сигнал и

собственно времени разгона. Время фазы разгона определяется большим количеством факторов [3]. Для каждого спортсмена оптимальные значения параметров старта необходимо подбирать опытным путем. Оценка параметров старта спортсменом по ощущениям своих органов чувств не может считаться достоверной.

**Результаты.** Разработан комплекс для индивидуального использования в процессе тренировок. К преимуществам предложенного комплекса можно отнести низкую стоимость и, как следствие, возможность массового применения в процессе тренировок и соревнований. В целях снижения стоимости и габаритов система управления выполнена на базе микропроцессора. Структурная схема комплекса представлена на рис. 1.

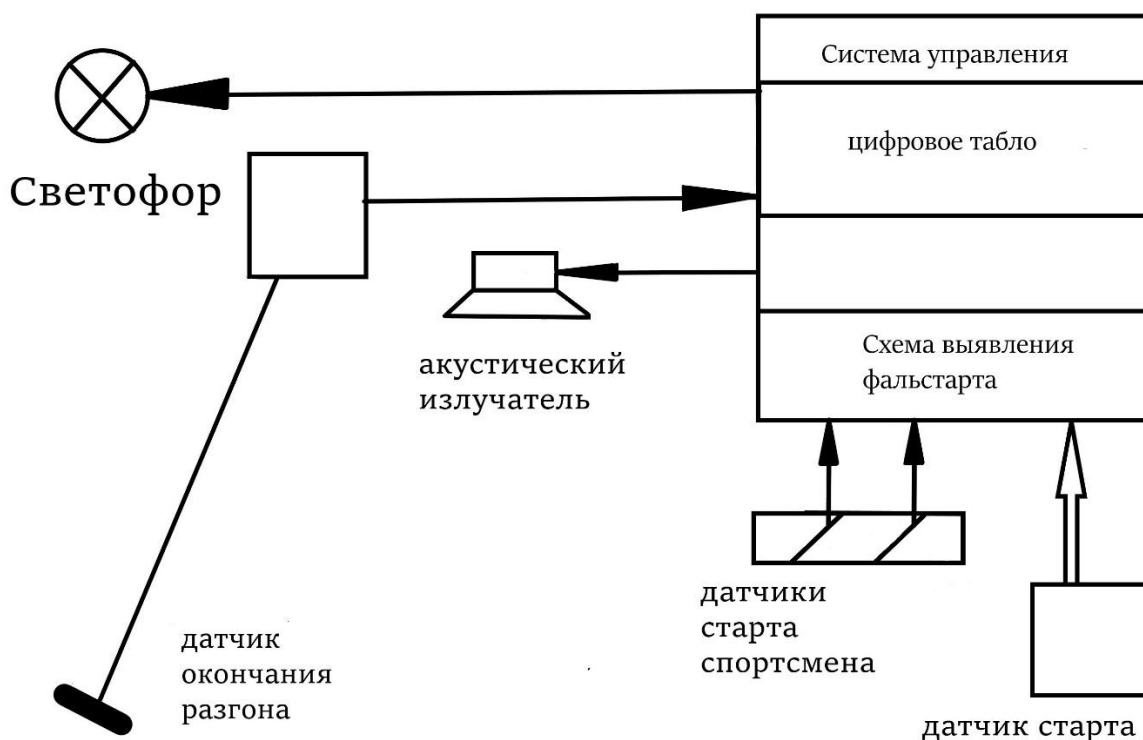


Рисунок 1. Структурная схема измерительного комплекса

В состав комплекса входят датчики для определения времени реакции на сигнал старта и времени разгона. Акустический излучатель предназначен для подачи команд старта в виде простых тональных или речевых сигналов, а также имитации выстрела стартового пистолета. Для исключения привыкания стартовые команды подаются с варьируемыми случайным образом временными задержками. Цифровое табло отображает время реакции на стартовый сигнал и время разгона. Светофор автоматически включается в случае фальстарта. В комплексе предусмотрена возможность подключения компьютера для регистрации и отображения динамики давления стоп спортсмена в процессе старта.

**Заключение.** Возможность точного измерения времени отдельных элементов старта позволяет выполнять оптимизации низкого старта спортсменов по многим параметрам с

максимально близким приближением к рекордным параметрам. Комплекс позволяет индивидуально проводить многократные старты в автономном режиме с целью обучения спортсмена максимально быстрому старту. Индикация времени старта обеспечивает быструю обратную связь, что позволяет спортсмену связать собственные ощущения с полученным результатом.

### **Список литературы**

1. Фальстарт [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фальстарт/> (дата обращения: 18.11.2023).
  2. Наталья Демченко. Бег с низкого старта: техника, виды, ошибки [Электронный ресурс]. URL: <https://marathonec.ru/beg-s-nizkogo-starta/> (дата обращения: 18.11.2023).
  3. Основы изучения низкого старта [Электронный ресурс]. URL: <https://дсш-1ростов.рф/wp-content/uploads/2016/04/Osnovyi-nizkogo-starta.pdf> (дата обращения: 18.11.2023).
- 

### **References**

1. False Start [Electronic resource]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фальстарт/> (accessed 18.11.2023) (in Russian).
2. Natalia Demchenko. Running from a low start: technique, types, mistakes [Electronic resource]. URL: <https://marathonec.ru/beg-s-nizkogo-starta/> (accessed 18.11.2023) (in Russian).
3. Fundamentals of the study of low start [Electronic resource]. URL: <https://дсш-1ростов.rf/wp-content/uploads/2016/04/Osnovyi-nizkogo-starta.pdf> (accessed 18.11.2023) (in Russian).

---

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР В БОРЬБЕ С БОЛЕЗНЯМИ И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Бравый М.Я.<sup>1</sup>, учащийся, *brave@scienceforsport.ru*

<sup>1</sup> Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение Средняя общеобразовательная школа им. С.Л. Страховой, Федеральная территория «Сириус», Россия

**Аннотация.** Цель исследования – определить уровень осведомленности о полезных аспектах компьютерных игр для борьбы с болезнями и исследовательских целей среди школьников, учителей и ученых. Для этого был разработан опросник и проведен опрос, в котором приняло участие 67 человек и который показал, что 40% участников осведомлены о том, что компьютерные игры могут применяться в научных исследованиях и борьбе с болезнями. Для применения в работе и образовательном процессе лидируют игры Foldit и Phyllo.

**Ключевые слова:** гражданская наука, компьютерные игры, научные исследования

---

## THE USE OF COMPUTER GAMES FOR MEDICINE AND SCIENCE

Bravyy M.Y.<sup>1</sup>, Student, *brave@scienceforsport.ru*

<sup>1</sup> Secondary School named after S.L. Strakhovoy, Federal Territory "Sirius", Russia

**Abstract.** The aim of the study is to determine the level of awareness of the useful aspects of computer games for disease control research purposes among schoolchildren, teachers and scientists. To do this, a questionnaire was developed and a survey was conducted, in which 67 people participated and which showed that 40% of the participants were aware that computer games could be used in scientific research and disease control. Foldit and Phyllo games are leading the way for use in work and the educational process.

**Keywords:** citizen science, computer games, science discovery games, games with a purpose

---

**Обоснование.** В эпоху цифровизации и всеобщего доступа к информационным технологиям активно развивается гражданская наука (англ. citizen science) – проведение научных исследований с привлечением широкого круга добровольцев-любителей

(неспециалистов) и ее разновидность, применение компьютерных игр как один из эффективных способов поиска новых решений в науке (англ. science discovery games (SDGs), англ. games with a purpose (GWAP)) [1]. Один из наиболее известных примеров – игра Foldit: игроки помогли ученым расшифровать структуру вируса СПИДа, решив за 10 дней проблему, которую ученые не могли решить 15 лет [2].

**Цель:** определение уровня осведомленности среди школьников, учителей и ученых о полезных аспектах компьютерных игр для борьбы с болезнями и исследовательских целей.

**Методы.** Для выявления уровня осведомленности был разработан специальный опросник [3]. В опросе участвовали школьники и учителя из Президентского Лицея «Сириус», а также ученые различных специальностей из Университета «Сириус». Каждый желающий может пройти опрос для пополнения информации, а также для ознакомления с рядом игр, помогающим в поиске лекарств от болезней и в научных исследованиях.

**Результаты.** В исследовании приняли участие 67 человек. Распределение на группы по возрасту, распределение по статусу работает и/или учится представлено в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика участников опроса.

Вопрос	Вариант ответа	Доля ответов, %
Сколько вам лет?	12–17 лет	46,3
	18–25 лет	9,0
	26–45 лет	37,3
	более 45 лет	7,5
Вы учитесь или работаете?	Только учусь	46,3
	Только работаю	28,4
	Учусь и работаю	25,4

Результаты ответа на вопрос – «Знаете ли вы о том, что компьютерные игры могут использоваться в научных исследованиях и борьбе с болезнями?» показывает, что 40% участников осведомлены о том, что компьютерные игры могут применяться в научных исследованиях и борьбе с болезнями. При отрицательном ответе на данный вопрос, предлагалось ознакомиться с полезной информацией о пользе игр для науки. Интересно, что присутствует осведомленность молодого поколения (12–17 лет) о нетрадиционном использовании компьютерных игр в науке. В ответах на вопрос о выборе игры для применения в работе и образовательном процессе лидируют игры Foldit и Phyllo.

Собранные данные свидетельствуют о растущем интересе к использованию компьютерных игр в научных исследованиях и образовании. Однако они также подчеркивают необходимость дальнейшего распространения информации о научно-образовательных играх

и их потенциале. Это особенно актуально в свете того, что большинство участников не знакомы с конкретными играми, которые могли бы быть использованы в их работе или учебе.

Следует отметить малую выборку как основное ограничение данного исследования, что делает выводы предварительными и требующими осторожного подхода к их интерпретации. Для более надежных выводов требуются дополнительные исследования с более крупными и репрезентативными выборками в различных регионах и профессиональных областях.

Несколько специалистов оставили свои комментарии в анкете. Специалист в области инженерии и ракетостроения – «Идея хорошая. За границей уже используется давно. Популяризировать у нас, это отлично, удачи вам», специалист в области генетики и биотехнологии растений – «Спасибо! Оказывается, есть интересные приложения, которые я смогу использовать в своей работе и рекомендовать начинающим разбираться в молекулярной теме».

**Заключение.** Полученные результаты демонстрируют, что выраженная часть опрошенных не знает о пользе компьютерных игр для научных исследований. Следует повышать уровень осведомленности среди учеников, учителей и ученых о «гражданской науке» и привлекать любителей компьютерных игр в ряды «гражданских ученых».

**Практическая значимость.** Предлагаемый подход дает оценочный инструмент для анализа уровня осведомленности целевой группы о полезных для науки аспектах компьютерных игр, а также наиболее популярных из них и может быть использован в более масштабных социологических исследованиях, направленных на борьбу с болезнями и новые научные открытия посредством применения компьютерных игр.

### Список литературы

1. Wayment-Steele H.K., Kladwang W., Strom A.I., Lee J., Treuille A. et al. RNA secondary structure packages evaluated and improved by high-throughput experiments // *Nature Methods*. – 2022. – Vol. 19, No 10. – pp. 1234-1242. DOI: 10.1038/s41592-022-01605-0
2. Dsilva L., Mittal Sh., Koenick B., Flatten J., Cooper S., Horowitz S. Creating custom Foldit puzzles for teaching biochemistry // *Biochem. Mol. Biol. Educ.* – 2019. – Vol. 47, No 2. – pp. 133-139. DOI: 10.1002/bmb.21208
3. Бравый М.Я. Компьютерные игры для науки [Электронный ресурс]. URL: <https://forms.yandex.ru/cloud/645e61172530c273618ac806/> (дата обращения: 05.11.2023).

---

### References

1. Wayment-Steele H.K., Kladwang W., Strom A.I., Lee J., Treuille A. et al. RNA secondary structure packages evaluated and improved by high-throughput experiments. *Nature Methods*, 2022, Vol. 19, No 10, pp. 1234-1242. DOI: 10.1038/s41592-022-01605-0

2. Dsilva L., Mittal Sh., Koepnick B., Flatten J., Cooper S., Horowitz S. Creating custom Foldit puzzles for teaching biochemistry. *Biochem. Mol. Biol. Educ.*, 2019, Vol. 47, No 2, pp. 133-139. DOI: 10.1002/bmb.21208
3. Bravyi M.Ya. Computer games for science [Electronic resource] (in Russian). URL: <https://forms.yandex.ru/cloud/645e61172530c273618ac806/> (accessed 05.11.2023)



---

# ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАСПОРТ СПОРТСМЕНА: КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО СПОРТА В РОССИИ

Плотникова Н.В.<sup>1</sup>, *plotnikovanv@yandex.ru*

Чуваев А.В.<sup>1</sup>, *achuv@yandex.ru*

<sup>1</sup> Общество с ограниченной ответственностью «ЮНИБОР», Москва, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрены отдельные аспекты реализации электронного паспорта спортсмена в рамках цифровой платформы проведения спортивных соревнований и учета достижений спортсменов.

**Ключевые слова:** электронный паспорт, цифровая платформа, детско-юношеский спорт, прогнозирование

---

## THE ATHLETE'S ELECTRONIC PASSPORT: A KEY ELEMENT OF DIGITALIZATION OF YOUTH SPORTS IN RUSSIA

Plotnikova N.V.<sup>1</sup>, *plotnikovanv@yandex.ru*

Chuvaev A.V.<sup>1</sup>, *achuv@yandex.ru*

<sup>1</sup> UNIBOR Limited Liability Company, Moscow, Russia

**Abstract.** The article discusses some aspects of the implementation of the electronic passport of an athlete within the digital platform for conducting sports competitions and taking into account the achievements of athletes.

**Keywords:** electronic passport, digital platform, youth sports, forecasting

---

**Обоснование.** Детско-юношеский спорт в России сталкивается с вызовами в сфере учета результатов и управления данными о спортсменах. Традиционные методы ведения учета неэффективны, что приводит к потере ценных данных и затрудняет анализ профессиональной деятельности спортсменов [1]. Это обстоятельство является неотъемлемой частью более широкой проблемы дефицита цифровых инструментов в детско-юношеском спорте. Настоящее исследование рассматривает электронный паспорт спортсмена как ключевой

элемент цифровизации, направленной на улучшение учета, анализа и оптимизации тренировочного процесса.

**Цель:** оптимизация управления детско-юношеским спортом через интеграцию электронного паспорта спортсмена в цифровую платформу «ЮНИБОР» для организации спортивных мероприятий, учета профессионального роста и обучения спортсменов. Основными задачами исследования является формирование базы знаний о спортсмене, обеспечение средства сбора, хранения и агрегации данных в виде электронного паспорта спортсмена, включающего в том числе результаты сдачи спортивных нормативов и показатели физического развития спортсменов на основе федеральных стандартов спортивной подготовки, а также обеспечение эффективного взаимодействия всех участников системы через использование современных технологий и инновационных решений.

**Методы.** Исследование фокусируется на консолидации данных о спортсмене в форме электронного паспорта. На основе теоретического анализа научной литературы и материалов сети Интернет, нормативно-правовых документов, регламентирующих обращение паспортов спортсменов в России, определены требования по составу данных для электронного паспорта. В ходе исследования проведен анализ архитектур и информационных моделей автоматизированных систем по централизованному учету достижений спортсменов, определены их основные характеристики, на основе сравнения которых произведен выбор наиболее подходящего подхода к решению задачи. Реализовано пилотное внедрение электронного паспорта для оценки его эффективности в реальных тренировочных и управленческих сценариях в единоборствах на платформе «ЮНИБОР».

**Результаты.** В ходе исследования сформирована информационная модель для хранения электронного паспорта спортсмена, реализованы программные интерфейсы предоставления данных о спортсменах. Прототип электронного паспорта спортсмена, созданный в рамках платформы «ЮНИБОР», успешно апробирован в нескольких видах единоборств (рукопашный бой, абсолютно реальный бой, смешанные единоборства). Внедрение паспорта позволило собирать и анализировать параметры здоровья, тренировочные показатели, результаты соревнований и другие ключевые данные в режиме реального времени. Благодаря внедрению электронного паспорта, тренеры получили возможность более точно отслеживать прогресс своих подопечных и оперативно корректировать тренировочные планы. Исследования [2] подтверждают, что использование цифровых технологий позволяет создать полный профиль спортсмена, интегрируя данные о его достижениях и физическом состоянии. Электронный паспорт становится ключевым элементом цифровой платформы для автоматизации спорта, обеспечивая надежный учет и анализ информации. Построенная на датацентрическом подходе цифровая платформа

способствует более эффективному принятию решений и становится неотъемлемой частью цифровой трансформации в сфере спорта.

**Заключение.** Разработанный прототип электронного паспорта является ключевым элементом, обеспечивающим сбор, аккумуляцию и анализ данных о спортсменах. Перспективы использования электронного паспорта включают в себя более глубокий анализ данных, позволяя выявлять не только текущую форму спортсмена, но и предсказывать его потенциал. Прогнозирование, основанное на данных электронного паспорта спортсмена, представляет собой важный инструмент в выявлении перспективных талантов и оптимизации тренировочных процессов. Практические кейсы успешного использования прогнозирования в спорте подтверждают его эффективность [3].

Исследование выполнено при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

### Список литературы

1. Отчет о работе направления аудита здравоохранения и спорта Счетной палаты Российской Федерации в 2020 году. URL: [https://ach.gov.ru/upload/reports/2020\\_zdrav.pdf](https://ach.gov.ru/upload/reports/2020_zdrav.pdf) (дата обращения: 10.11.2023).
2. Солнцев И.В. Применение инновационных цифровых продуктов в индустрии спорта // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2021. – Т. 12, № 2. – С. 184-189. DOI: 10.17747/2618-947X-2021-2-184-189
3. Воронов В.М., Горелов А.А. Прогнозирование одаренности и отбор спортсменов в смешанные единоборства // Берегиня. 777. Сова: Общество. Политика. Экономика. – 2012. – № 4 (15). С. 181-188.

---

### References

1. Report on the work of the audit of health and sports of the Accounting Chamber of the Russian Federation in 2020 (in Russian). URL: [https://ach.gov.ru/upload/reports/2020\\_zdrav.pdf](https://ach.gov.ru/upload/reports/2020_zdrav.pdf) (accessed on 10.11.2023).
2. Solncev I.V. Application of innovative digital products in the sports industry. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment* [Strategic Decisions and Risk Management], 2021, Vol. 12, No 2, pp. 184-189 (in Russian). DOI: 10.17747/2618-947X-2021-2-184-189
3. Voronov V.M., Gorelov A.A. Prediction of giftedness and selection of athletes in mixed martial arts. *Bereginya. 777. Sova: Obshchestvo. Politika. Ekonomika* [Bereginya. 777. Owl: Society. Politics. Economy], 2012, No 4 (15), pp. 181-188 (in Russian).

---

## PERFORMANCE EVALUATION APPROACHES IN HIGH LEVEL SPORTS

Hayri Ertan<sup>1</sup>, hayriertan@gmail.com; Tel.: +90 532 3427719

<sup>1</sup> Eskisehir Technical University, Faculty of Sport Sciences, Coaching Education Department,  
Eskisehir, Turkey

**Abstract.** Muscular activation strategies or recruitment patterns are one of the hot topics in sport sciences. Researchers try to define specific muscular involvement patterns in a given sport branch and during execution of specific movement patterns. As chosen as one of the examples, archery release is very critical to reach high scores in sport archery. Especially, recurve archers use a device called clicker and as soon as its' snap against the bow handle archer needs to release the string. Three-finger hook opened by active contraction of extensor muscles or just relaxation of forearm flexors. Active contraction of forearm extensor muscles thought to create a lateral deflection of bowstring, which may decrease the score on the target. Like archery, soccer kick is also one of specific movement patterns that have been observed for muscular activation strategies. Lower extremity muscles play an important role in kick movement to stationary ball. Activation of Biceps Femoris and Gastrocnemius muscles found to be different than that of high level soccer players. So, reaching high-level sport performance needs to develop certain muscular activation or recruitment patterns. This review focuses on the specific muscular involvement strategies in given sports.

**Keywords:** kinesiologic electromyography (EMG), muscular recruitment, sport performance

---

**Introduction.** High-level sportive performance assessment may need numerous laboratory tests. One of the methods evaluates the neural procedures that effect the human movement [1]. In other words, muscular involvement or recruitment patterns are used as one of the most efficient approach to distinguish high-level athlete from the middle-class or beginners. As long as there are many other aspects of performance testing, evaluating the motor performance from neural and biomechanical aspects may supply important clues on the performance sub domains like strength, speed, endurance etc. Combining the sportive performance evaluation by using neural aspect with biomechanical applications may be named as Neuro-mechanical evaluation of human performance. Neuro-mechanical evaluation of motor abilities needs the synchronous usage of kinetic and kinematic aspects. Synchronization of these two methods forces the researchers to use superficial electromyography (EMG) instead of needle electrodes.

Kinesiologic electromyography (EMG), in very general saying, may supply information on neural drive. More specifically, one may evaluate the contraction/relaxation strategies used by agonist and antagonist muscles. Besides, co-contraction of agonist and synergist muscles may also be evaluated. When we combine the data from EMG with some kinematic (velocity, angular velocity etc.) and kinetic (e.g. force output) data the value of performance evaluation increases. As the EMG signal incorporates central control strategies, signal transmission along nerve fibers and across neuromuscular junctions, electrical activation of the muscle fibers organized in elementary motors and through a chain of complex biochemical events, the production of forces acting on the tendons of the agonist and/or antagonist muscles and moving the bones [2].

So, the purpose of the current review manuscript is to share the latest findings on muscular recruitment patterns and their relations to high-level sportive performance.

**Materials and methods.** The literature on kinesiologic electromyography (EMG) applications, sport biomechanics, high-level sport performance has been reviewed. Besides, the findings from Anadolu University, Movement and Motor Control laboratory combined with the literature. The findings from different sport branches have been chosen as good examples to be used as indicators of the relation between high-level sport performance and muscular recruitment patterns. Archery example has been chosen as the first application of muscular recruitment and its relation to both hits on the target and performance level. Soccer kick to the stationary ball was the second application of contraction/relaxation strategies. Especially, swing leg was analyzed before and after the ball contact.

**Results.** Muscular recruitment patterns or contraction/relaxation strategies has been reviewed and its relation to performance in a given sport has been discussed. The following subsections include the examples from different sport branches.

#### 1. Archery

Some studies have been conducted to evaluate the muscular recruitment patterns during archery shooting before and after the fall of the clicker. The manuscripts included in their review have used EMG as a main tool in data collection and analysis. Muscles and the joints have been divided into several parts: forearm and pull finger muscles, the arm muscles, the shoulder girdle muscles, and the back muscles.

The recruitment patterns in forearm muscles during the bowstring release critical for accurate and reproducible performance execution in archery. Ertan et al. (2003) [3] conducted a research analyzing the activation patterns in forearm muscles during archery shooting. They included elite (n=10), beginner (n=10) archers, and non-archers (n=10). M. flexor digitorum superficialis (MFDS) and M. extensor digitorum (MED) activations were quantified by using EMG.

Some skill indexes have been created by Ertan et al. (2005) to analyze the correlation between FITA scores and archery skill indexes. They defined negative significant correlation between FITA

scores and log of skill indexes showing that increase in archery experience causes a decrease in area under the processed EMG data. The amplitudes have been found to be lower in highly experienced archers [4]. Besides, Nishizono et al. (1987) have proved that world-class archers have stronger activities of M. deltoideus than that of national level or middle-class archers. Moreover, the muscular contraction level was higher in back muscles than that of the arm muscles in world-class archers compared with middle class and beginner archers. It can be concluded that elite archers use their back and shoulder girdle muscles more than arm and forearm muscles in drawing the string. The advantages of that strategy may be twofold: delayed exhaustion as bigger muscle(s) used [5], and having lower contraction levels of forearm muscles may not cause lateral deflection of the bowstring [6]. The both advantages of the mentioned strategy help increasing the scores on the target.

## 2. Soccer

Cerrah et al. (2014) worked on a project to define recruitment patterns of knee joint muscles of the swinging leg during the in-step kick. They have related the ball velocity with EMG activity of lower extremity muscles in kicking leg. They included in professional (n=14) and amateur (n=17) soccer players. The rectus femoris (RF), vastus lateralis (VL), vastus medialis (VM), long head of biceps femoris (BF) and medial gastrocnemius (GAS) muscular activities have been recorded and analyzed by using EMG. Three successful maximal in-step kicks using a 0° approach angle with two steps to a stationary ball towards a target have been analyzed. They have found that significantly earlier contraction of BF muscle and reduced activation of RF muscle and an earlier and greater muscle activity occurred in VL and VM in professionals compared to amateur players [7]. The results of their study can be concluded as the higher performance of professional players compared to amateurs appears not to be due to muscle strength, it is thought to be due to the recruitment or contraction/relaxation strategies of agonist and antagonist muscles and co-contraction of synergist muscles during swinging, ball contact and follow-through phases.

**Conclusion.** The literature suggest that high-level athletes have different muscular recruitment pattern as compared to that of middle-class ones and beginners. Each sport branch has different execution of the given movement pattern that is very important to achieve high performance level. So, each sport branch needs to be evaluated separately and made deep analyses of muscular involvement strategies.

## References

1. Ballanger B., Boulinguez P. EMG as a key tool to assess motor lateralization and hand reaction time asymmetries. *J. Neurosci. Methods*, 2009, Vol. 179, No 1, pp. 85-89. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2009.01.005

2. Cerrah A.O., Ertan H., Soylu A.R. Evaluating force with electromyography. *Turkish Clinics J. Neurol.*, 2010, Vol. 5, No 3, pp. 160-166.
3. Ertan H., Kentel B., Tümer S.T., Korkusuz F. Activation patterns in forearm muscles during archery shooting. *Hum. Mov. Sci.*, 2003, Vol. 22, No 1, pp. 37-45. DOI: 10.1016/s0167-9457(02)00176-8
4. Ertan H., Soylu A.R., Korkusuz F. Quantification the relationship between FITA scores and EMG skill indexes in archery. *J. Electromiogr. Kinesiol.*, 2005, Vol. 15, No 2, pp. 222-227. DOI: 10.1016/j.jelekin.2004.08.004
5. Acikada C., Ertan H., Tinazcı C. Shooting dynamics in archery. In: Sports medicine and science in archery, 2nd ed. (Eds. E. Ergen and K. Hibner). International Archery Federation, Medical Committee, 2004, pp. 15-36.
6. McKinney W., McKinney M. Archery, 8th ed. Madison, WI: Brown & Benchmark, 1997, 252 p.
7. Cerrah A.O., Gungor E.O., Soylu A.R., Ertan H., Lees A., Bayrak C. Muscular activation patterns during the soccer in-step kick. *Isokinet. Exerc. Sci.*, 2011, Vol. 19, pp. 181-190, DOI: 10.3233/IES-2011-0414