

УДК 004.031.43
МРНТИ 50.41.29

DOI: <https://doi.org/10.37788/2025-4/96-107>

Ш.Ж. Сеилов¹, Г.М. Баснова^{1*}, Т.К. Куангалиева², Б.А. Дукетаев²

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан;

²Академия физической культуры и массового спорта, Казахстан

*(email: gulmmira@yandex.ru)

Концептуальная архитектура цифровой платформы для спорта на основе технологий искусственного интеллекта

Аннотация

В условиях цифровой трансформации спорта возрастает потребность в системном использовании данных и технологий искусственного интеллекта для поддержки принятия решений на всех уровнях – от индивидуальной подготовки спортсменов до управления спортивной инфраструктурой. Целью данной работы является обоснование концептуальной архитектуры цифровой платформы для спорта, основанной на интеграции методов анализа данных и искусственного интеллекта и адаптированной к условиям Республики Казахстан. В исследовании применены контент-анализ научных и прикладных публикаций, сравнительный анализ функционала существующих зарубежных и российских программных решений для спорта, а также экспертная оценка их применимости в национальном контексте. На основе результатов анализа сформулированы требования к цифровой платформе для спорта, включающие интеграцию разнородных источников данных, поддержание различных уровней спортивной подготовки, адаптивную аналитику на основе ИИ, масштабируемость и открытость архитектуры. Предложена концептуальная архитектура платформы, включающая уровни источников данных, хранения и обработки, аналитических модулей на основе ИИ, пользовательских сервисов и интеграции с внешними информационными системами при соблюдении требований информационной безопасности. Показано, что реализация такой цифровой платформы может способствовать повышению эффективности тренировочного процесса, развитию массового спорта и более обоснованному планированию спортивной политики в Казахстане.

Ключевые слова: цифровая платформа для спорта, искусственный интеллект, анализ данных, IoT-сенсоры, архитектура информационных систем.

Введение

Цифровая трансформация охватывает всё больше сфер общественной жизни, и спортивная отрасль не является исключением. Современные технологии сбора и анализа данных, носимые устройства, системы видеотрекинга и платформенные решения позволяют по-новому организовать тренировочный процесс, мониторинг состояния спортсменов и управление спортивной инфраструктурой. Особую роль при этом играют цифровые платформы, объединяющие разнообразные сервисы, данные и участников отрасли в единую экосистему.

За рубежом цифровые платформы и программные решения для спорта активно развиваются. Они основаны на использовании методов машинного обучения, компьютерного зрения и продвинутой аналитики данных, а также ориентированы на поддержку тренеров и спортсменов, повышение зрительского интереса и оптимизацию управленческих решений в спортивных клубах и федерациях. В Казахстане, несмотря на наличие стратегических документов, нацеленных на развитие физической культуры и спорта и цифровизацию экономики, отсутствует единая цифровая платформа, обеспечивающая комплексное использование технологий искусственного интеллекта в спортивной сфере. Это создаёт разрыв между потенциалом современных ИИ-решений и реальной практикой организации тренировочного и соревновательного процессов.

Устройства с алгоритмами искусственного интеллекта являются неотъемлемым инструментом для спортсменов и тренеров, для организаторов соревнований и болельщиков, для судей и букмекеров. Ожидается, что к 2030 году объем рынка решений на базе ИИ в спорте вырастет в 13 раз и достигнет \$19,2 млрд.

Рынок искусственного интеллекта в спорте разделен на компоненты, модели развертывания, технологии, приложения, виды спорта и регионы. В зависимости от компонента рынок делится на программное обеспечение и услуги. По модели развертывания он подразделяется на локальный и облачный. На основе технологий он подразделяется на машинное обучение, обработку естественного языка, компьютерное зрение, анализ данных и другие. По применению он подразделяется на планирование игр, игровые стратегии, повышение производительности, привлечение спортсменов для профилактики травматизма и другие. Также деление ведется по типу спорта например, футбол, крикет, теннис, баскетбол, бейсбол, а также по территориальному признаку.

На рисунке 1 представлено развитие программного обеспечения и услуг с функциями ИИ.



Рисунок 1 – Внедрение ИИ в ПО и услуги в ближайшие годы. (источник: <https://www.alliedmarketresearch.com/artificial-intelligence-in-sports-market-A12905>)

Важность развития спорта всегда отмечается Президентом РК и за годы независимости Казахстана были реализованы четыре государственные программы развития физической культуры и спорта, причем первая из них была утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 19 декабря 1996 года. Реализация данных программ привела к тому, что, например, по итогам 2020 года охват населения занятиями физической культурой и спортом составил 31,6 %, или 5,9 млн человек [1]. В настоящее время утверждена Концепция развития физической культуры и спорта Республики Казахстан на 2023–2029 годы (далее – Концепция), согласно которой определена новая траектория развития этих сфер в стране, с акцентом на массовый спорт, общедоступность для занятий физкультурой и спортом для всех категорий граждан, равное отношение к физкультуре, любительскому и профессиональному спорту, развитие спорта высших достижений и адаптивного спорта [2].

Спортивная индустрия стала активной частью производственного цикла, частью промышленности и экономики страны. Здесь можно выделить основные заинтересованные стороны (рисунок 2), участвующие в развитии спорта, и на стыке взаимоотношений которых создаются межотраслевые предприятия и компании.

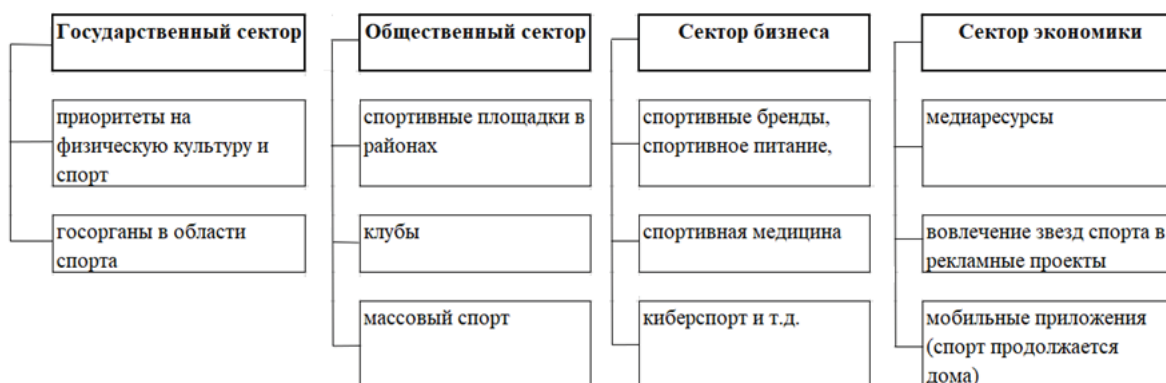


Рисунок 2 – Задачи участников системы спортивной индустрии

Цифровизация спортивной отрасли означает переход к системе, которая поддерживается цифровыми технологиями, интегрирующие взаимосвязанные интеллектуальные устройства и программные платформы в питании, спортивной одежды и инвентаря, тренировках и соревнованиях, повышающие производительность, эффективность и устойчивость спортсменов. Именно разработка приложений и устройств на базе ИИ влияет на подготовку и спортивные достижения.

Как и в других сферах, применение ИИ в спортивной отрасли имеет определенную специфику. В первую очередь, это ИИ для тренеров и менторов, занимающихся подготовкой спортсменов к соревнованиям. Далее, это аналитика соревнований с помощью чипов и компьютерного зрения. Носимые устройства для сбора статистики физических данных.

Таким образом, ИИ имеет определенную прикладную ценность в области спортивных тренировок. В данной статье рассмотрены исследования по применению искусственного интеллекта в спорте, текущие тенденции и перспективы на будущее. А также ведется поиск решений по созданию программной платформы для основных субъектов спортивной системы и индустрии с целью реализации некоторых направлений Концепции в части вовлечения граждан к физической культуре и продолжения спортивной реализации для спортсменов, достигших рубежа в своей карьере. Как показывает опыт зарубежных стран, взаимодействие всех субъектов является не только взаимовыгодным сотрудничеством, но и приводит к экономическому росту страны.

Целью данной работы является обоснование концептуальной архитектуры цифровой платформы для спорта, основанной на интеграции методов анализа данных и технологий искусственного интеллекта и адаптированной к условиям Республики Казахстан.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- проанализировать направления применения искусственного интеллекта и цифровых технологий в спортивной отрасли;
- рассмотреть примеры существующих решений и технологий, основанных на ИИ, в области спорта;
- сформулировать требования к цифровой платформе для спорта в условиях Казахстана;
- предложить модель данных, концептуальную и компонентную архитектуру цифровой платформы.

Научная новизна работы состоит в предложении модели данных и архитектурного решения цифровой платформы для спорта, учитывающих особенности национальной спортивной системы и интеграцию модулей ИИ и анализа данных.

Материалы и методы

В качестве исходных материалов использованы нормативно-правовые документы Республики Казахстан в области физической культуры и спорта, научные и прикладные публикации по применению технологий искусственного интеллекта и Интернета вещей в спорте, а также описания и пользовательская документация зарубежных и российских цифровых решений для спортивной индустрии.

Методологической основой исследования является комплексный анализ: выполнен контент-анализ научных публикаций и обзоров, сравнительный анализ функциональных возможностей существующих программных решений и экспертная оценка их применимости в условиях спортивной отрасли Казахстана.

Выделим некоторые аспекты цифровизации: во-первых, это цифровизация для спортсменов; во-вторых, цифровизация для тренеров; в-третьих, цифровизация для судей и зрителей: трансляция судейских оценок во время соревнований в режиме реального времени (рисунок 3).

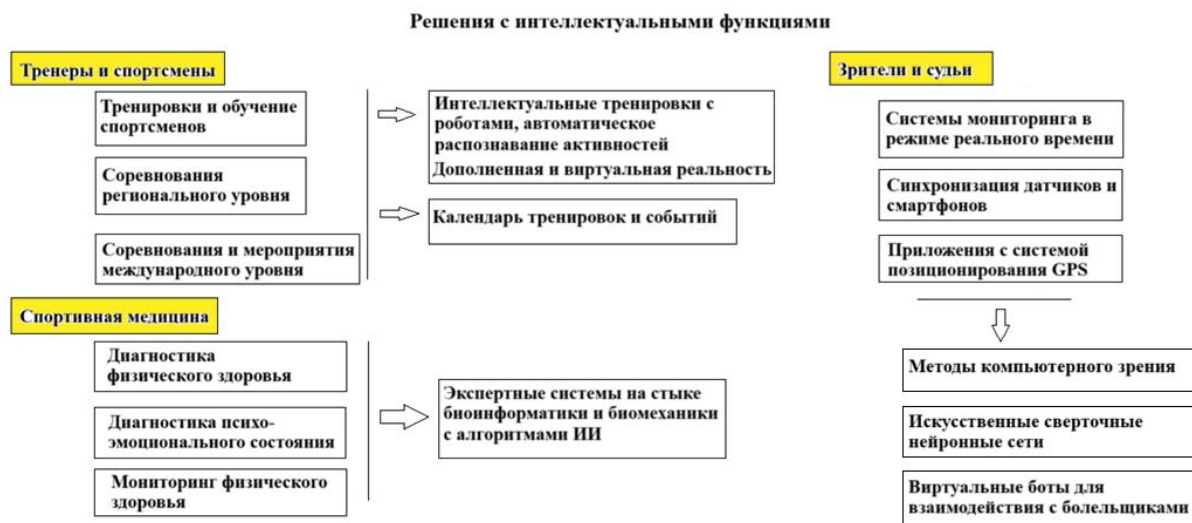


Рисунок 3 – ИИ в спорте

Чтобы лучше применять технологии искусственного интеллекта в этой области, было проведено множество исследований по изучению интеграции компьютерных технологий с физическими движениями человеческого тела. К примеру, имеется разработанная система статистики технических характеристик бадминтона и тренировки темпа, которая выполняет эти функции на основе алгоритма распознавания действий в бадминтоне [3]. Или, например, уже имеются мобильные роботы для использования в беговых упражнениях [4]. Также на сегодняшний день разработаны тренировочные роботы для тенниса, футбола и других видов спорта, помогающие не только предотвратить травмы, но и прогнозировать их развитие по анализу траектории движения тела, и многое другое.

В то же время у цифровизации спортивной отрасли имеются и негативные стороны, которые связаны с конфиденциальностью данных, а также тем, что не у всех команд или отдельных спортсменов есть возможность использовать цифровые технологии [5]. Внедрение умных устройств в повседневную практику зачастую оценивается таким показателем, как физическая инфраструктура, но меньше внимания уделяется информационной составляющей и человеческому капиталу. Ведь одновременно с развитием новых технологий, усиливаются и требования к спортсменам и новым рекордам. Для работы с информационной составляющей требуются высококвалифицированные специалисты, владеющие навыками анализа больших данных и управлением технологическими решениями, пронизывающие все сферы спортивной отрасли [6]. Только при наличии хорошего анализа можно ставить не только новые цели, но и прогнозировать победы или проигрыши.

Зрелость технологий была продемонстрирована на Олимпиаде-2024: искусственный интеллект уже применялся для безопасности, трансляций и работы с болельщиками.

Одним из перспективных источников данных для цифровой платформы являются сенсоры, встроенные в спортивную экипировку. Например, набор сенсоров SensorsKit (рисунок 4), позволяет фиксировать движения спортсмена с высокой временной точностью, а модели машинного обучения анализируют полученные сигналы для оценки техники и нагрузки [7]. Такие решения демонстрируют потенциал интеграции IoT-датчиков в единую платформу, однако в данной работе акцент делается на архитектуре платформы и модели данных.



Рисунок 4 – Набор датчиков SensorsKit (движения, скорости, расстояния и т.д.) для умной одежды (взято из источника: <https://www.electan.com/sensor-kit-amp-3526.html>)

Методы, применяемые для данных с IoT-датчиков:

– метод кластеризации k-средних:

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} (x - \mu_i)^2,$$

где k – число кластеров, S_i – полученные кластеры, $i = 1, 2, \dots, k$, μ_i – центры масс всех векторов x из кластера S_i .

– гибридный метод – метод, объединяющий сильные стороны разных методов, с целью улучшения результата.

Использование высокотехнологичных материалов, которые отводят влагу и обеспечивают терморегуляцию, помогают поддерживать оптимальную температуру тела во время тренировки, что также положительно сказывается на здоровье человека.

Модель данных платформы

Для реализации предложенной архитектуры требуется единая модель данных, обеспечивающая согласованное хранение информации о спортсменах, тренировочном процессе и спортивных событиях. Ключевыми сущностями являются:

– Athlete (Спортсмен) – идентификационные данные, возраст, пол, вид спорта, спортивный разряд, медицинские ограничения;

– Coach (Тренер) – данные о квалификации, специализации, прикреплённых спортсменах и командах;

– Team (Команда) – состав, возрастная категория, вид спорта, календарь соревнований;

– TrainingSession (Тренировочное занятие) – дата и время, тип тренировки, нагрузка, планируемые и фактические показатели, список участников;

– SensorEvent (Событие датчика) – временная метка, тип датчика, идентификатор спортсмена, измеряемый параметр (пульс, скорость, ускорение и др.), значение и качество данных;

– Competition (Соревнование) – уровень соревнований, дисциплина, дата, состав участников, результаты;

– Injury (Травма) – тип травмы, дата, степень тяжести, период восстановления, связь с тренировочными и соревновательными нагрузками;

– Recommendation (Рекомендация) – тип (тренировочная, медицинская, организационная), дата формирования, источник (ИИ-модуль, тренер), адресат.

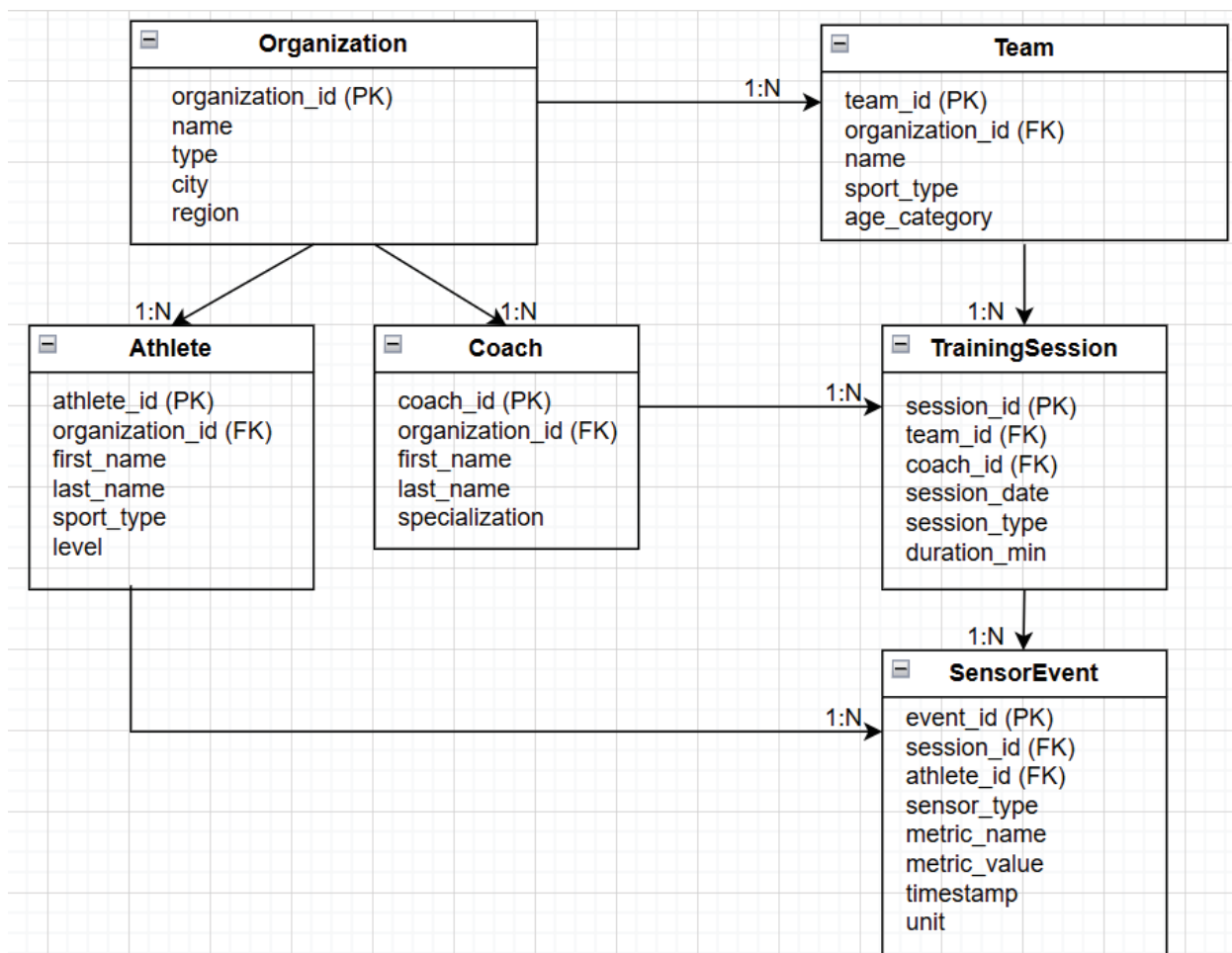


Рисунок 5. – Укрупненная ER-диаграмма цифровой платформы для спорта

Связи между сущностями позволяют строить целостную картину тренировочного процесса: один спортсмен может участвовать во множестве тренировок и соревнований, каждая тренировка содержит множество событий датчиков, а информация о травмах и рекомендациях связывается с конкретными нагрузками и соревнованиями.

На основе данной модели данных формируется логическая схема базы данных, включающая как реляционные таблицы (для справочной и структурированной информации), так и специализированные хранилища временных рядов для потоков данных от IoT-датчиков. На рисунке 5 представлена укрупненная ER-диаграмма, отражающая основные сущности и связи в системе.

Результаты

На основе проведенного анализа научных публикаций, существующих программных решений и требований национальной системы спорта были получены следующие результаты. Во-первых, сформирована модель данных цифровой платформы, обеспечивающая целостное представление информации о спортсменах, тренировочном процессе и спортивных событиях. Во-вторых, разработана модель требований к цифровой платформе для спорта в условиях Республики Казахстан. В-третьих, предложены концептуальная и компонентная архитектуры платформы, определяющие структуру программных модулей и используемый стек технологий.

Модель требований к цифровой платформе

Сопоставление зарубежных и российских решений с текущим состоянием спортивной отрасли в Казахстане позволяет сформулировать ряд требований к национальной цифровой платформе для спорта:

- интеграция разнородных источников данных (результаты соревнований, тренировочные показатели, данные носимых устройств, медицинские и образовательные данные);
- поддержка разных уровней спорта – от массовой физической культуры и школьного спорта до профессионального и спорта высших достижений;

- использование модулей аналитики на основе ИИ для персонализации тренировочных программ, оценки риска травм и мониторинга динамики показателей;
- наличие специализированных интерфейсов для основных стейкхолдеров (спортсменов, тренеров, врачей, руководителей федераций, органов управления, спонсоров и болельщиков);
- масштабируемость и открытость архитектуры для подключения новых сервисов и интеграции с внешними информационными системами;
- соблюдение требований информационной безопасности и защиты персональных данных.

Например, чемпионы, которые пересекли рубеж своей спортивной карьеры, могли бы благодаря таким приложениям проводить мастер-классы, быть приглашенными или самостоятельно участвовать в различных мероприятиях и, таким образом, оставаться востребованными и активными в мире спорта еще долгое время. Кроме того, многие компании могут принимать участие в различных мероприятиях и оказывать разного рода поддержку.

Предлагаемая цифровая платформа для спорта имеет многоуровневую архитектуру, включающую следующие взаимосвязанные уровни:

1. Уровень источников данных. Носимые устройства и датчики, системы видеозахвата, мобильные приложения и веб-интерфейсы для ввода данных тренерами и администраторами, информационные системы спортивных организаций и федераций.

2. Уровень хранения и предварительной обработки данных. Централизованное хранилище данных (data warehouse или data lake), системы управления базами данных, сервисы очистки, агрегации и нормализации данных.

3. Аналитический уровень на основе ИИ. Набор модулей машинного обучения и интеллектуального анализа данных, обеспечивающих построение профилей спортсменов, прогнозирование результатов и риска травм, выявление скрытых закономерностей в тренировочном процессе и формирование рекомендаций.

4. Прикладной уровень (пользовательские сервисы). Веб-порталы и мобильные приложения для разных категорий пользователей: тренеров, спортсменов, руководителей организаций, государственных органов и болельщиков. На этом уровне реализуются панели мониторинга, конструкторы тренировочных программ, сервисы коммуникации и управления мероприятиями.

5. Уровень интеграции и безопасности. Интерфейсы взаимодействия с внешними информационными системами (образовательные, медицинские, государственные реестры), механизмы аутентификации и авторизации пользователей, средства обеспечения конфиденциальности и целостности данных.

Такая архитектура позволяет рассматривать цифровую платформу не как отдельное приложение, а как ядро отраслевой экосистемы спорта, в которой технологии ИИ используются системно, а не фрагментарно.

Компонентная архитектура и стек технологий

Компонентная архитектура цифровой платформы для спорта может быть реализована на основе микросервисного и событийно-ориентированного подхода и включает следующие ключевые компоненты:

– Сервис сбора данных (Data Ingestion Service) – обеспечивает приём данных от мобильных приложений, веб-клиентов и IoT-устройств. Для обмена с датчиками и носимыми устройствами могут использоваться протоколы MQTT и HTTP/REST, для интеграции с внешними системами – REST API или gRPC.

– Шина сообщений (Message Broker) – отвечает за буферизацию и маршрутизацию потоков данных между компонентами платформы. В качестве брокера могут использоваться технологии класса Apache Kafka или RabbitMQ, обеспечивающие масштабируемую обработку событий в реальном времени.

– Слой хранения данных – включает реляционную СУБД (например, PostgreSQL) для структурированных данных о пользователях, тренировки и событиях, а также хранилище временных рядов (TimescaleDB, InfluxDB) для высокочастотных данных от датчиков и логов.

– Аналитический модуль и модуль ИИ (Analytics & AI Engine) – реализует пайплайны обработки данных и модели машинного обучения. Для прототипирования и внедрения моделей могут использоваться фреймворки PyTorch, scikit-learn, а также облачные сервисы Azure Machine Learning, Google Cloud AutoML или их открытые аналоги. Модели разворачиваются как сервисы предсказаний (inference services), доступные через REST API.

- Сервис управления моделью (Model Management) – отвечает за обновление новых версий, мониторинг качества и переобучение моделей на новых данных. Для этого могут применяться инструменты MLflow или аналогичные системы управления жизненным циклом моделей.

- Прикладные сервисы (Application Services) – реализуют бизнес-логику для различных ролей пользователей (спортсмен, тренер, администратор, аналитик): формирование тренировочных планов, панели мониторинга, сервисы уведомлений и отчётности.

- Фронтенд-слой – веб-портал и мобильные приложения, реализующие пользовательские интерфейсы. Для веб-части могут использоваться современные JavaScript-фреймворки (например, React), для мобильных приложений – кроссплатформенные решения.

- Сервис безопасности и управления доступом – реализует аутентификацию и авторизацию пользователей (OAuth2.0, OpenID Connect), управление ролями и правами доступа к данным, а также аудит операций.

Выбор конкретных технологий и компонентов может варьироваться в зависимости от требований к нагрузке и доступной инфраструктуры, однако предложенная компонентная структура задаёт единый каркас для реализации цифровой платформы в условиях Республики Казахстан.

Обсуждение

Полученные результаты следует рассматривать в контексте существующих тенденций цифровизации спорта и развития ИИ-решений в данной области. С одной стороны, предложенная архитектура опирается на уже зарекомендовавшие себя подходы к построению платформенных решений и обработке данных в режиме реального времени. С другой стороны, она адаптирована к особенностям спортивной системы Казахстана и ориентирована на интеграцию с национальными информационными ресурсами.

Современные приложения, использующие ИИ, играют ключевую роль в спортивной индустрии. Они позволяют отслеживать физическую активность, анализировать биометрические данные и предлагать персонализированные тренировки. Например, приложения могут собирать информацию о частоте сердечных сокращений, уровне стресса и качестве сна, а также другие важные показатели, которые помогают в оптимизации тренировочного процесса и лучше понимать состояние здоровья и физическую форму спортсмена. Спрос на программные решения с искусственным интеллектом в спортивных отраслях будет только расти и становится неотъемлемой частью спорта.

Кроме того, ИИ может предлагать персонализированные тренировочные программы, основанные на анализе данных о пользователе. Это позволяет спортсменам более эффективно достигать своих целей, будь то улучшение выносливости, силы или гибкости [8]. Такие устройства, как умные часы и фитнес-трекеры, интегрируются с приложениями, предоставляя пользователям возможность в реальном времени отслеживания своих достижений и получать рекомендации по улучшению здоровья и избегать травм. Аналитика с помощью искусственного интеллекта помогает количественно оценить эти результаты и динамический профиль игроков, используя глобальные системы позиционирования (GPS). Технология системы анализа матчей с несколькими камерами, внедренная почти во всех европейских профессиональных лигах и международных соревнованиях, является такой же надежной, как GPS; она позволяет получать количественные результаты с погрешностью менее 5% и доказала свою пригодность для проведения исследований. Таким образом, широкое использование этих систем для изучения физических и тактических характеристик в различных соревнованиях способствует разработкам программного обеспечения с функциями ИИ.

Алгоритмы машинного обучения способны анализировать огромные объемы данных и выявлять закономерности, которые не всегда видны в повседневной жизни. Благодаря этому, можно учитывать особенности каждого спортсмена, его физическую подготовку и цели.

Использование виртуальной и дополненной реальности в тренировочном процессе спортсменов представляет собой инновационный подход, который сочетает в себе элементы психологии, физиологии и спортивной науки. Эти технологии не только повышают эффективность тренировок, но и открывают новые горизонты для анализа и совершенствования спортивных навыков [9].

Интернет вещей соединяет физические объекты с Интернетом с помощью различных протоколов связи, таких как Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, RFID, сотовые сети (3G, 4G, 5G) и широкополосные сети с низким энергопотреблением, что позволяет им собирать и

обмениваться данными. Интернет вещей собирает информацию, которая обрабатывается для получения аналитических данных и команд для выполнения различных действий. Технология Интернета вещей обладает большим потенциалом для использования потокового вещания, а следовательно, обеспечивают прямую трансляцию событий.

Для интеграции методов ИИ с приложениями имеются разные проблемы и препятствия, например, несогласованность форматов данных, что, несомненно, приводит к ошибкам интеграции. Эта проблема решается путем комбинирования методов. Другие проблемы, такие как безопасность данных и конфиденциальность имеют также первостепенное значение.

Поскольку бизнес-данные с каждым днём становятся всё более сложными, требуются передовые методы их анализа. Анализ данных с помощью ИИ – это применение методов и алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) для обработки, интерпретации и получения значимых выводов из больших и сложных наборов данных. Для анализа данных решено использовать следующие инструменты:

- Microsoft Azure Machine Learning;
- Google Cloud AutoML;
- DataRobot;
- PyTorch.

Наряду с имеющимися локальными приложениями, использование возможностей Интернета вещей, искусственного интеллекта и машинного обучения, появилась возможность создавать экосистемы, объединяющие основных субъектов спортивной индустрии, а именно: бизнес, спортивные организации и бренды. Такие электронные экосистемы позволяют осуществлять коллаборации, освещать предстоящие события, приглашать граждан к участию, привлекать спортсменов, уже завершивших свою карьеру, но желающих передавать свой опыт, возможность оказывать спонсорскую поддержку и т.д.

Данные инновации в области цифровизации делают спорт более доступным, интерактивным и аналитически продвинутым, что в свою очередь способствует улучшению результатов и повышению интереса со стороны зрителей.

Приложения для спортсменов:

1) Спортивные тренерские платформы

Это онлайн-платформы, которые используются тренерскими центрами для обучения, наставничества и развития спортсменов. С помощью планшетов и смартфонов спортсмены могут удаленно тренироваться и отслеживать свои результаты. Пример: 3Step – американская технологическая тренировочная платформа (www.3stepacademy-learning.com).

2) Приложения для анализа тренировок

Это онлайн-платформы, в которые загружаются видео тренировки и далее в течение 24 часов пользователь получает статистический отчет и полный разбор ошибок, сильных и слабых сторон. Пример: SportVisio – программа по отслеживанию статистики по одному виду спорта и помогает спортсменам и тренерам определять лучшую стратегию (<https://www.sportvisio.com>).

3) Платформа для чемпионов

Это онлайн-платформа, содержащая комплекс инструментов для планирования и мониторинга тренировок (<https://www.coachmeplus.com>).

Существуют подобные приложения и в Российской Федерации, например, «Мой спорт» – цифровая платформа для сферы спорта и «1Спорт» – программы тренировок от профессиональных тренеров и звезд спорта. Такие компании, как WSC Sports и JioCinema, используют ИИ для анализа видео, аудио и данных прямых трансляций спортивных событий, чтобы выявлять и подчёркивать ключевые моменты в режиме реального времени. Технология, используемая WSC Sports, называется Videoverse (<https://vverse.ai/media/>), которая использует методы машинного обучения для анализа видео, аудио и данных из прямых спортивных трансляций с целью выявления и выделения ключевых моментов.

Однако в Казахстане таких приложений нет, а необходимость в них существует [10].

Заключение.

В работе рассмотрены направления применения искусственного интеллекта в спортивной индустрии и обоснована необходимость создания единой цифровой платформы для спорта в Республике Казахстан. Сделан акцент не только на обзор существующих решений, но и на проектирование технической архитектуры собственной платформы.

Проведённый анализ показал, что технологии искусственного интеллекта уже активно применяются в спортивной индустрии за рубежом и охватывают широкий спектр задач – от

мониторинга тренировочного процесса и состояния спортсменов до управления спортивными мероприятиями и взаимодействия с аудиторией. Вместе с тем в Казахстане отсутствует единая цифровая платформа, обеспечивающая системное использование ИИ и анализа данных в спорте.

В работе сформулированы требования к цифровой платформе для спорта в условиях Республики Казахстан и предложена её концептуальная архитектура, включающая уровни источников данных, хранения и обработки, аналитических модулей на основе ИИ, пользовательских сервисов и интеграции с внешними информационными системами. Показано, что реализация такой платформы позволит повысить обоснованность принимаемых решений, расширить возможности мониторинга и анализа спортивных показателей, а также содействовать развитию массового спорта и подготовке спортивного резерва.

Таким образом, разработка такой цифровой платформы является насущной задачей для Казахстана и откроет новые перспективы для спортивной индустрии, а интеграция с искусственным интеллектом дополнительно повысит её ценность, предлагая инновационные решения и аналитику.

В дальнейшем планируется разработка прототипа отдельных модулей цифровой платформы и проведение пилотных внедрений на базе спортивных школ и вузов с целью оценки эффективности предложенных архитектурных решений и уточнения требований к функционалу и алгоритмам ИИ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Электронный ресурс: <https://kazpravda.kz/n/vdohnovlyayushchie-pobedy-kak-razvivalsyazkazhstanskiy-sport-poslednie-30-let/> (дата обращения: 25.02.2025 г.).
- 2 Электронный ресурс: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000251> (дата обращения: 25.02.2025 г.).
- 3 Wu F., Chen H. The Analysis of Technical Characteristics of Badminton for Sports With Neurorobotics Under Machine Learning. IEEE Access, 2023, vol.11, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3345636.
- 4 Sun, Y., Ma, Y., Chen, M.R., Liu, Y., Feng, Y., Jiang, H., Kudinov, Y., Izumov, A., Lobanov, S., Obuhov, P., Marchenko, E., 2021. RUN-BOT: mobile robot for running exercises. J. Phys. Conf. Ser. 2131, 022115. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2131/2/022115>
- 5 Тагирова Е.Л., Тагирова В.В., Ушакова О.Г. Искусственный интеллект в спортивной индустрии: преимущества, недостатки, области применения // Вестник науки №12 (69) том 3. С. 975 - 979. 2023 г. ISSN 2712-8849 // Электронный ресурс: <https://www.вестник-науки.рф/article/11744> (дата обращения: 25.02.2025 г.).
- 6 Петров, П. К. Информационные технологии в физической культуре и спорте: учебное пособие / П. К. Петров. – 2-е изд. – Саратов: Вузовское образование, 2024. – 377 с. – ISBN 978-5-4487-1002-5. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/142077.html>
- 7 Chmait N., Westerbeek H. Artificial Intelligence and Machine Learning in Sport Research: An Introduction for Non-data Scientists. Frontiers in Sports and Active Living. 2021, V.3, doi: 10.3389/fspor.2021.682287. Online access (19.03.2025): https://www.researchgate.net/publication/356868624_Artificial_Intelligence_and_Machine_Learning_in_Sport_Research_An_Introduction_for_Non-data_Scientists_
- 8 Иванцов П.П. Искусственный интеллект в спортивной тренировке: монография / П.П. Иванцов, А.Б. Лукьянов, Б.Г. Лукьянов, В.С. Степанов. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГИКиТ, 2021. 256 с.
- 9 Wei Sh., Huang P., Li R., Zou Yu. Exploring the Application of Artificial Intelligence in Sports Training: A Case Study Approach. 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/4658937>.
- 10 Спортивные сайты с доменом kz. Online access (09.04.2025) <https://profit.kz/articles/603/Sportivnie-sajti-s-domenom-kz/>

REFERENCES

- 1 Electronic resource: <https://kazpravda.kz/n/vdohnovlyayushchie-pobedy-kak-razvivalsyazkazhstanskiy-sport-poslednie-30-let/> (date of request: 25.02.2025).

- 2 Electronic resource: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000251> (date of request: 25.02.2025).
- 3 Wu F., Chen H. The Analysis of Technical Characteristics of Badminton for Sports With Neurorobotics Under Machine Learning. IEEE Access, 2023, vol.11, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3345636.
- 4 Sun, Y., Ma, Y., Chen, M.R., Liu, Y., Feng, Y., Jiang, H., Kudinov, Y., Izumov, A., Lobanov, S., Obuhov, P., Marchenko, E., 2021. RUN-BOT: mobile robot for running exercises. J. Phys. Conf. Ser. 2131, 022115. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2131/2/022115>
- 5 Tagirova E.L., Tagirova V.V., Ushakova O.G. Iskustvennyi intellekt v sportivnoi industrii: preimushchestva, nedostatki, oblasti primeneniia // Vestnik nauki N12 (69) Tom.3. p.975 - 979. 2023, ISSN 2712-8849 // Electronnyi resurse: <https://www.вестник-науки.рф/article/11744> (date of request: 25.02.2025) [in Russian].
- 6 Petrov P.K. Informationnye tehnologii v phisicheskoy kulture and sporte: uchebnoe posobie / P.K. Petrov – 2nd ed. – Saratov: Vuzovskoe obrasovanie, 2024. – 377 c. – ISBN 978-5-4487-1002-5. – Text: electronnyi // tsifrovoy obrazovatelnyi resurse IPR SMART: [site]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/142077.html> [in Russian].
- 7 Chmait N., Westerbeek H. Artificial Intelligence and Machine Learning in Sport Research: An Introduction for Non-data Scientists. Frontiers in Sports and Active Living. 2021, V.3, doi: 10.3389/fspor.2021.682287. Online access (19.03.2025): https://www.researchgate.net/publication/356868624_Artificial_Intelligence_and_Machine_Learning_in_Sport_Research_An_Introduction_for_Non-data_Scientists
- 8 Ivantsov P.P. Iskustvennyi intellekt v sportivnoy trenirovke: monografiia / P.P. Ivantsov, A.B. Lukyanov, B.G. Lukyanov, V.S. Stepanov. Sankt-Peterburg: Izdatelstvo SPbGIKiT, 2021. 256 c.
- 9 Wei Sh., Huang P., Li R., Zou Yu. Exploring the Application of Artificial Intelligence in Sports Training: A Case Study Approach. 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/4658937>
- 10 Sportivnye saity s domenom kz. Online access (09.04.2025) <https://profit.kz/articles/603/Sportivnye-sajti-s-domenom-kz/> [in Russian].

Ш.Ж. Сеилов¹, Г.М. Баснова^{1*}, Т.К. Қуанғалиева², Б.А. Дукетаев²

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан;

²Дене шынықтыру және бұқаралық спорт Академиясы, Қазақстан

Жасанды интеллект технологиясына негізделген спортқа арналған цифрлық платформаның тұжырымдамалық архитектурасы

Спорттың цифрлық трансформациясы жағдайында спортшылардың жеке дайындығынан бастап спорттық инфрақұрылымды басқаруға дейінгі барлық деңгейлерде шешім қабылдауды қолдау үшін жасанды интеллект деректері мен технологияларын жүйелі пайдалану қажеттілігі артып келеді. Бұл жұмыстың мақсаты деректерді талдау әдістері мен жасанды интеллект интеграциясына негізделген және Қазақстан Республикасының жағдайларына бейімделген спортқа арналған цифрлық платформаның тұжырымдамалық архитектурасын негіздеу болып табылады. Зерттеуде ғылыми және қолданбалы басылымдардың контент-талдауы, спортқа арналған қолданыстағы шетелдік және ресейлік бағдарламалық шешімдердің функционалдығын салыстырмалы талдау, сондай-ақ олардың ұлттық контексте қолданылуын сараптамалық бағалау қолданылды. Талдау нәтижелері негізінде гетерогенді деректер көздерін біріктіруді, спорттық дайындықтың әртүрлі деңгейлерін сақтауды, әі негізіндегі адаптивті аналитиканы, архитектураның ауқымдылығы мен ашықтығын қамтитын спортқа арналған цифрлық платформаға қойылатын талаптар тұжырымдалған. Платформаның тұжырымдамалық архитектурасы ұсынылған, оның ішінде деректер көздерінің деңгейлері, сақтау және өңдеу, АІ негізіндегі аналитикалық модульдер, пайдаланушы қызметтері және ақпараттық қауіпсіздік талаптары сақталған кезде сыртқы ақпараттық жүйелермен интеграция. Мұндай цифрлық платформаны іске асыру оқу процесінің тиімділігін арттыруға, бұқаралық спортты дамытуға және Қазақстанда спорт саясатын неғұрлым негізделген жоспарлауға ықпал ететіні көрсетілген.

Түйін сөздер: цифрлық спорт платформасы, жасанды интеллект, деректерді талдау, IoT сенсорлары, Ақпараттық жүйелер архитектурасы.

Sh.Zh. Seilov¹, G.M. Baenova^{1*}, T.K. Kuangaliyeva², B.A. Duketayev²

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana c., Kazakhstan;

²Academy of physical culture and mass sports, Astana c., Republic of Kazakhstan

Conceptual architecture of a digital sports platform based on artificial intelligence technologies

In the context of the digital transformation of sports, there is an increasing need for systematic use of data and artificial intelligence (AI) technologies to support decision-making at all levels – from individual athlete training to the management of sports infrastructure. The aim of this paper is to justify a conceptual architecture of a digital sports platform based on the integration of data analytics and AI methods and adapted to the conditions of the Republic of Kazakhstan. The study employs content analysis of scientific and applied publications, a comparative analysis of the functionality of existing foreign and Russian software solutions for sports, as well as an expert assessment of their applicability in the national context. Based on the analysis, a set of requirements for a digital sports platform is formulated, including the integration of heterogeneous data sources, support for different levels of sports training, adaptive AI-driven analytics, scalability and openness of the architecture. A conceptual architecture of the platform is proposed, comprising data sources, data storage and processing, AI-based analytical modules, user services and integration with external information systems, while ensuring information security. The implementation of such a digital platform can enhance the efficiency of the training process, support the development of mass sports and enable more evidence-based sports policy planning in Kazakhstan.

Keywords: digital platform for sports, artificial intelligence, data analysis, IoT sensors, architecture of information systems.

Дата поступления рукописи в редакцию: 02.12.2025 г.