

Научная статья  
УДК 681.3.06  
EDN MZQZGE  
DOI 10.17150/2713-1734.2024.6(1).103-114



**А.В. Родионов**

*Байкальский государственный университет,  
г. Иркутск, Российская Федерация*

**Т.Г. Богорадникова**

*Байкальский государственный университет,  
г. Иркутск, Российская Федерация*

## **Объектно-ориентированный анализ и проектирование децентрализованной информационной системы формирования паспорта спортсмена с использованием блокчейн**

**Аннотация.** В статье исследуется проблема ведения и хранения цифрового профиля спортсмена. Предложен проект децентрализованной системы с использованием технологии блокчейна. Блокчейн — это последовательность блоков информации, выстроенная по определенным правилам. Технология блокчейн имеет огромный потенциал для преобразования системы создания и хранения данных о спортсменах. Использование систем распределенного реестра может стать настоящим прорывом в сфере физической культуры и спорта в контексте сохранности, доступности и прозрачности данных, обеспечения доверия между участниками спортивной индустрии, сокращения временных затрат на обработку информации. Предлагаемая система является инструментом, который упрощает взаимодействие всех участников сферы физической культуры и спорта, а использование технологии блокчейн в основе приложений гарантирует бесперебойную и точную работу системы. В работе представлено моделирование системы паспорта спортсмена в соответствии с объектно-ориентированным подходом. Разработана концептуальная модель формирования спортивного паспорта посредством Unified Model Language. Определены основные акторы системы, построена модель прецедентов (use case diagram), показывающая функции и взаимодействие основных акторов системы, построена упрощенная модель диаграммы классов (class diagram) для демонстрации структуры и иерархии классов системы, их коопераций, полей, методов, интерфейсов и взаимосвязей между ними. В рамках обсуждения полученных результатов показаны как преимущества, так и недостатки использования блокчейн, которые связаны в первую очередь с технологической и финансовой составляющей, правовое регулирование играет в данном случае второстепенную роль, но не исключает регламентации вопросов, связанных с юридической силой записей в блокчейне и иных видах распределенных реестров данных, а также распространение применения для создания информационных систем.

**Ключевые слова.** Спортивный паспорт, блокчейн, технология распределенного реестра, токен, информационная система.

**Информация о статье.** Дата поступления: 23 ноября 2023 г.; дата принятия к публикации: 12 марта 2024 г.; дата онлайн-размещения: 30 марта, 2024 г.

**A.V. Rodionov**  
*Baikal State University,  
Irkutsk, Russian Federation*

**T.G. Bogoradnikova**  
*Baikal State University,  
Irkutsk, Russian Federation*

## **Object-Oriented Analysis and Design of a Decentralized Information System for Generating an Athlete's Passport Using Blockchain**

**Abstract.** This article presents the problem of maintaining and storing a digital profile of an athlete. The project about of a decentralized system using blockchain technology is proposed. Blockchain is a sequence blocks of information arranged according to certain rules. Blockchain technology has enormous potential to transform the system of creating and storing information about athletes. The use of distributed registry systems can become a real breakthrough in the field of physical culture and sports in the context of safety, accessibility and transparency of information, ensuring trust between participants in the sports industry, and reducing the time spent on information processing. The project about of a decentralized system is an instrument that simplifies the interaction of all participants in the field of physical culture and sports, and the use of blockchain technology at the heart of the applications guarantees the uninterrupted and accurate operation of the system.

This article presents modeling of the athlete passport system in accordance with the object-oriented approach. A conceptual model for the formation of a athlete's passport using the Unified Model Language has been developed. The main actors of the system are identified, a use case diagram is built, showing the functions and interactions of the main actors of the system, a simplified class diagram model is built to demonstrate the structure and hierarchy of the system classes, their cooperation, fields, methods, interfaces and relationships between them. As part of the discussion of the results obtained, both the advantages and disadvantages of using blockchain are shown, which are associated primarily with the technological and financial components, legal regulation plays a secondary role in this case, but does not exclude the regulation of issues related to the legal validity of records in the blockchain and other types of distributed data registries, as well as the spread of applications for creating information systems.

**Keywords.** Athlete's passport, blockchain, distributed ledger technology, token, Information system.

**Article info.** Received 23 November, 2023; Accepted 12 March, 2024; Available online 30 March, 2024.

### **Введение**

В настоящее время цифровые технологии активно внедряются во все сферы деятельности, и спортивная сфера нашей страны не является исключением. Цифровые технологии широко используются компаниями, занимающимися спортивной аналитикой, профессиональной статистикой, съемкой матчей, скаутингом, онлайн-трансляциями и позволяют гораздо эффективнее осуществлять сбор, обработку и анализ информации [1]. В 2021 г. в России принята программа «Развитие физической культуры и спорта», согласно которой к 2030 г. планируется вовлечь в занятие физкультурой и спортом 70 %

населения. Внедрение электронных сервисов как в профессиональный, так и в любительский спорт позволит качественно изменить методы и организационные формы подготовки высококвалифицированных спортсменов, тренеров и судей, а также проведение физкультурно-оздоровительной работы с населением [2].

Ключевым документом любого спортсмена является так называемый «спортивный паспорт». В связи с отсутствием регламентированного Федеральным законом от 4 декабря 2007 г. № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» перечня сведений, обязательных к указанию в паспорте спортсмена, единых требований в плане его ведения и оформления нет. В настоящее время каждое спортивное учреждение ведет спортивный паспорт по своему усмотрению и чаще всего на бумажных носителях. Ответственность за внесение сведений о спортсмене возложена на тренера, что повышает риск человеческого фактора. Доступ к таким сведениям есть только у самого учреждения, и если возникает необходимость в получении таких данных, например, у министерства спорта Российской Федерации или иного исполнительного органа власти (министерств спорта субъектов Российской Федерации, департаментов, служб), то данные будут предоставлены только по официальному запросу. Исходя из вышеперечисленного возникает проблема и во времени предоставления сведений как в разрезе по отрасли сферы спорта, так и конкретно по спортсменам. Тренер не имеет возможности заниматься обработкой и анализом указанных данных в связи с загруженностью тренировочного процесса, следовательно, эта функция ложится чаще всего на методистов учреждения. Спортсмен не имеет оперативного доступа к своему спортивному паспорту, чтобы проверить правильность и полноту внесенных сведений.

Таким образом, рассматривая задачу формирования спортивных паспортов, можно сформулировать ряд требований, которым должна удовлетворять система ведения спортивных паспортов спортсмена:

- защита от несанкционированного доступа и изменения данных;
- повышенная степень безопасности за счет использования средства в криптографии;
- минимизация влияния человеческого фактора;
- достоверность информации в системе;
- высокая скорость выполнения операций;
- единый ресурс, где будет храниться информация;
- прозрачность.

В целях цифровизации спортивной сферы в стране на разных этапах разработки и эксплуатации используются следующие информационные сервисы: платформа «Мой спорт», государственная информационная система «Физическая культура и спорт» (ГИС «ФКиС»), платформа «Спорт для меня». Однако данные

информационные системы лишь поверхностно охватывают структуры, вовлеченные в процесс подготовки спортсменов, зачастую решая только конкретные узкоспециализированные задачи и не обеспечивая полноценную реализацию поставленных требований. Поэтому в рамках данной работы предлагается архитектура информационной системы на основе технологии распределенного реестра (блокчейна).

### **Технология распределенного реестра и блокчейн**

Технология распределенного реестра (Distributed Ledger Technology) — это общее название для класса технологий, которые используют распределенные базы данных для хранения, передачи и обработки информации. Распределенные реестры работают на основе принципов децентрализации, что означает, что участники сети могут добавлять, удалять и изменять записи в базе данных без необходимости централизованного управления.

Блокчейн — это децентрализованная, распределенная база данных, которая сохраняет список записей, называемых блоками, связанных и защищенных криптографическими методами. Каждый блок содержит хэш предыдущих блоков, временную метку и данные транзакций<sup>1</sup>. Кроме этого, публичные блокчейны используют консенсус-механизмы для подтверждения и проверки транзакций, что дает им возможность функционировать без централизованного контроля. Консенсус обычно достигается путем использования специальных алгоритмов консенсуса, которые позволяют участникам сети согласовывать новые блоки и подтверждать правильность транзакций: Proof of Work (PoW), Proof of Stake (PoS), Delegated Proof of Stake (DPoS) и ряд других.

Начиная со второго поколения, в блокчейнах появились смарт-контракты. Смарт-контракт — это программный скрипт, который автоматически исполняется при наступлении определенных событий. Смарт-контракты могут использоваться для автоматизации различных процессов в различных областях, включая финансы, логистику, право и многие другие. Одной из главных преимуществ смарт-контрактов в блокчейн является прозрачность и безопасность. Все действия, связанные с выполнением смарт-контракта, записываются в блокчейн, что означает невозможность изменения и подделки. Кроме того, благодаря использованию криптографии, смарт-контракты обеспечивают высокий уровень безопасности и защиты данных. Смарт-контракты могут быть использованы для управления различными процессами в спортивной деятельности, такими как продажа билетов на мероприятия, управ-

<sup>1</sup> Блокчейн — технология будущего или прошлого? // Как постирать. URL: <https://kakpostirat.com/novosti/blokchejn-tehnologiya-budushhego-ili-proshlogo.html>.

ление лояльностью болельщиков, организация соревнований и т.д. Для связи блокчейн и «реального мира» используются оракулы.

Еще одной технологией, неразрывно связанной с блокчейн и смарт-контрактами является токенизация. Токен — это цифровой актив, который используется для представления собственности или права на что-то в блокчейн. Токены могут быть использованы для представления различных активов, таких как криптовалюта, акции, бонусы, недвижимость и другие. Обычно они создаются и управляются посредством смарт-контракта. Среди токенов принято выделять т.н. невзаимозаменяемые токены или NFT. NFT представляет собой специальный вид токена на блокчейне, отличительной особенностью которого является уникальность: каждый NFT уникален и не может быть заменен на другой NFT с тем же значением.

В настоящий момент существуют несколько надежных блокчейн-платформ для разработки: Ethereum, EOS, TRON, Stellar, TON. Перспективным видится использование блокчейна TON (Telegram Open Network), так как он предлагает следующие уникальные функции: TON Storage, TON Services и TON DNS. TON Storage можно использовать для хранения больших объемов данных: информации о спортсменах, истории соревнований, медицинских данных и т.п. TON Services позволяет создавать и запускать собственные децентрализованные приложения, позволяет обеспечить взаимодействие между различными пользователями системы, в том числе с использованием смарт-контрактов. Все смарт-контракты блокчейна TON выполняются с помощью собственной виртуальной машины TVM. TON DNS представляет децентрализованную систему доменных имен, используя которую можно привязывать удобные и запоминающиеся доменные имена к своим смарт-контрактам, децентрализованным приложениям и другим ресурсам в сети Telegram Open Network. Некоторые авторы считают TON прообразом будущего Web 3.0<sup>23</sup>.

### **Архитектура информационной системы «Паспорт спортсмена»**

Паспорт спортсмена — это документ, который содержит информацию о спортсмене, такую как его личные данные, историю медицинских обследований, спортивные достижения и другую информацию. В рамках проекта предполагается создание уникального NFT-токена для каждого спортсмена, который будет хранить информацию о его паспорте, включая ФИО, возраст, гражданство, виды спорта, результаты соревнований и другую информацию, необходимую для учета спортивной деятельности.

<sup>2</sup> TON Foundation запустил TON Sites и TON Proxy. Запуск назвали началом Web 3.0-интернета // Support Us. URL: <https://devby.io/news/ton-foundation-zapustil-ton-sites-i-ton-proxy-zapusk-nazvali-nachalom-web-30-interneta>.

<sup>3</sup> Новый интернет Web 3.0 на базе блокчейна TON. URL: <https://iloveton.ru/news/ton/novyj-internet-web-3-0-na-baze-blokchejna-ton.html>.

Основные характеристики системы:

1. Введение цифрового паспорта спортсмена: для каждого спортсмена будет создаваться уникальный цифровой паспорт, который будет содержать информацию о его личности, достижениях, спортивных соревнованиях и других важных данных.

2. Таблица 2 Хранение данных в блокчейне и зашифрованном распределенном хранилище: все данные о спортсмене будут храниться в блокчейне, что обеспечит безопасность и прозрачность хранения информации. Это также позволит спортсменам и другим участникам системы быстро и легко получать доступ к необходимой информации.

3. Доступ к паспорту спортсмена: каждый спортсмен и уполномоченные лица (официальные органы управления спортом, клубы, тренеры пр.) будут иметь доступ к цифровому паспорту спортсмена через приложение или веб-платформу.

4. Использование смарт контрактов: смарт контракты могут использоваться для автоматической проверки подлинности и достоверности данных в цифровом паспорте спортсмена. Например, при регистрации на соревнование, спортсмен может предоставить доступ к своему цифровому паспорту через смарт контракт, который автоматически проверит его данные и даст разрешение на участие в соревновании.

5. Отслеживание результатов соревнований: после каждого соревнования данные о результатах будут сохраняться в блокчейне и автоматически обновлять цифровой паспорт спортсмена. Это поможет лучше отслеживать достижения каждого спортсмена и использовать эту информацию для принятия решений в будущем.

В процессе формирования требований к системе проведен анализ предметной области и построена IDEF0 диаграмма процесса формирования и работы с паспортом спортсмена представлена на рис. 1 и 2.

Основные акторы и их функции приведены в табл. 1–4.

Диаграмма вариантов использования приведена на рис. 3.

Диаграмма классов приведена на рис. 4.

Для обеспечения баланса между «прозрачностью» и защитой конфиденциальной информации предполагается часть данных хранить в блокчейне TON, а часть сохранять и обрабатывать в TON Storage. Основные данные спортсмена, медицинская информация, данные о тренировках и соревнованиях, будут храниться в зашифрованном виде в TON Storage. Эти данные будут доступны только специально уполномоченным лицам, имеющим ключи доступа. В блокчейн TON будут храниться хэш-значения, которые позволят осуществлять быстрое подтверждение подлинности данных без раскрытия самих данных, а также смарт-контракты, которые будут контролировать доступ к данным и обрабатывают транзакции. Такое разделение позволит обеспечить прозрачность и под-

тверждение подлинности данных с помощью блокчейна, в то же время защищая конфиденциальность и обеспечивая безопасность самих данных с помощью зашифрованного хранилища.

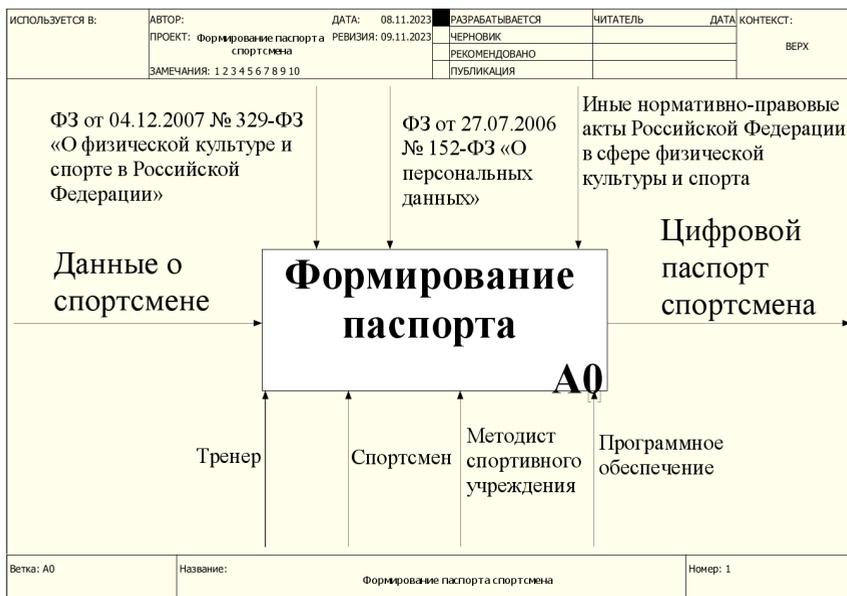


Рис. 1. Модель формирования паспорта спортсмена

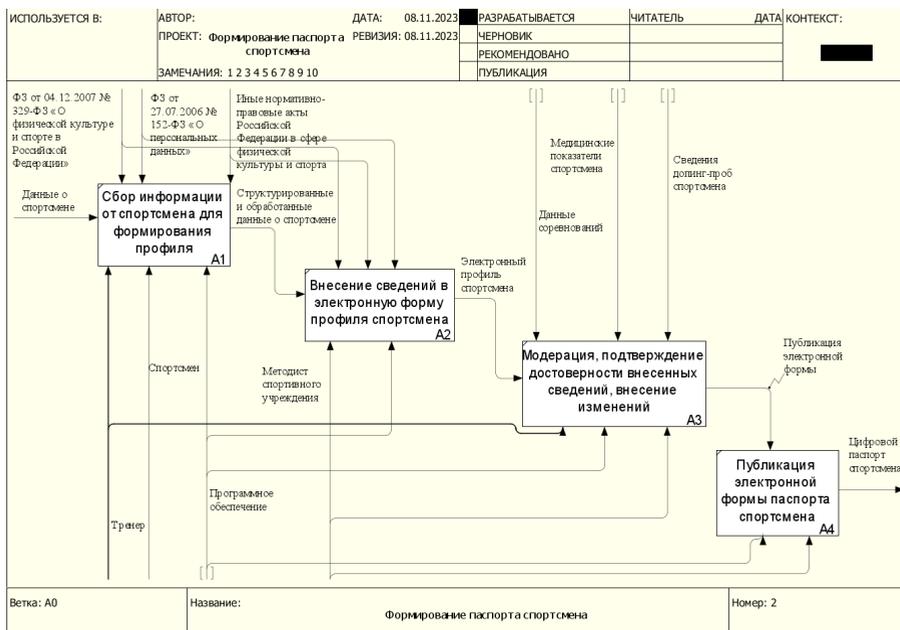


Рис. 2. Модель формирования и работы с паспортом спортсмена

Таблица 1

**Актор «Спортсмен»**

Функция	Описание
Создание профиля	Создание своего профиля в системе, информацию о себе: имя, возраст, рост, вес, данные об уровне физической подготовки и т.д.
Редактирование профиля	Изменение своего профиля, обновление информации о своем уровне физической подготовки и т.д.
Добавление результатов соревнований	Добавление своих результатов соревнований в систему, чтобы они были доступны для просмотра другим пользователям системы
Установка целей	Установка своих целей в системе, чтобы тренер мог создать персонализированный тренировочный план, который будет помогать ему достигать этих целей
Просмотр тренировочного плана	Просмотр текущего тренировочного плана, чтобы понимать, какие тренировки нужно проводить и как часто
Просмотр результатов и прогресса	Просмотр своих результатов и прогресса в достижении целей, чтобы понимать, какой прогресс он делает и что еще нужно сделать
Получение обратной связи	Обратная связь от своего тренера о своем прогрессе, результате тренировок и других аспектах своей физической подготовки
Просмотр истории тренировок	Просмотр истории своих тренировок, чтобы понимать, какие успехи он уже достиг и что ему нужно улучшить
Отправка сообщений и комментариев	Сообщения и комментарии своему тренеру, чтобы задавать вопросы, получать подсказки и общаться по всем вопросам, связанным с тренировками

Таблица 2

**Актор «Тренер»**

Функция	Описание
Создание профиля спортсмена	Создание профиля нового спортсмена в системе и добавить необходимую информацию о нем, такую как имя, возраст, вес, рост, данные об уровне физической подготовки и т.д.
Редактирование профиля спортсмена	Внесение изменения в профиль спортсмена, такие как обновление данных об уровне физической подготовки, изменение тренировочного плана и т.д.
Просмотр профиля спортсмена	Просмотр профиля спортсмена, чтобы получить информацию о его уровне физической подготовки, истории травм и других факторах, которые могут повлиять на его тренировочный план
Создание тренировочного плана	Создание персонализированного тренировочного плана, который будет оптимален для достижения конкретных целей спортсмена
Просмотр тренировочного плана	Просмотр текущего тренировочного плана спортсмена, чтобы убедиться, что он соответствует целям и требованиям спортсмена
Внесение изменений в тренировочный план	Внесение изменений в тренировочный план спортсмена, если требуется корректировка или оптимизация его достижений

Окончание табл. 2

Функция	Описание
Просмотр истории тренировок	Просмотр истории тренировок спортсмена, чтобы оценить его прогресс и предоставить обратную связь
Отправка сообщений и комментариев	Сообщения и комментарии спортсмену, чтобы помочь ему улучшить свои тренировки и достигнуть поставленных целей

Таблица 3

**Актор «Методист спортивного учреждения»**

Функция	Описание
Создание профиля спортсмена	Создание профиля спортсмена в системе и заполнение его информацией о его достижениях, специализации, уровне подготовки и другой важной информации
Проверка достоверности информации	Проверка достоверности информации, предоставленной спортсменом, и может запрашивать дополнительную информацию у тренера или других специалистов
Выдача рекомендаций по повышению квалификации	Рекомендации по повышению квалификации спортсмена, опираясь на его профиль и историю тренировок
Организация соревнований	Участие в создании и организации спортивных соревнований, регламентация правил и условий участия
Регистрация результатов соревнований	Регистрация результатов соревнований, которые проходят в спортивном учреждении, предоставление доступа для просмотра другим акторам в системе
Оценка производительности спортсменов	Оценка производительности спортсменов на основе их достижений и других показателей, предоставленных в их профиле, и может выдавать соответствующие рекомендации
Анализ и улучшение процессов	Анализ процессов учета в спортивном учреждении, предложения для улучшения и оптимизации работы, повышения эффективности

Таблица 4

**Актор «Министерство спорта»**

Функция	Описание
Управление системой	Управление системой блокчейн паспорта спортсмена, назначении администраторов и определение прав доступа пользователей
Подтверждение информации	Подтверждение информации, содержащаяся в паспорте спортсмена: достижения, уровень подготовки, квалификация и т.д. Это поможет поддерживать надежность и достоверность данных в системе
Управление процессом актуализации данных	Управление процессом обновления информации о спортсмене в паспорте, например, определяя, какие типы информации требуют подтверждения, и кто может ее обновлять
Обеспечение безопасности данных	Обеспечение безопасности данных, защита системы от кибератак, установка методов идентификации и аутентификации пользователей, резервное копирование данных
Поддержка финансирования	Оценка потенциала спортсмена, принятие решений о выделении ему грантов и других форм финансирования
Оценка эффективности системы	Оценка эффективности системы, выявление слабых мест, которые требуют улучшения

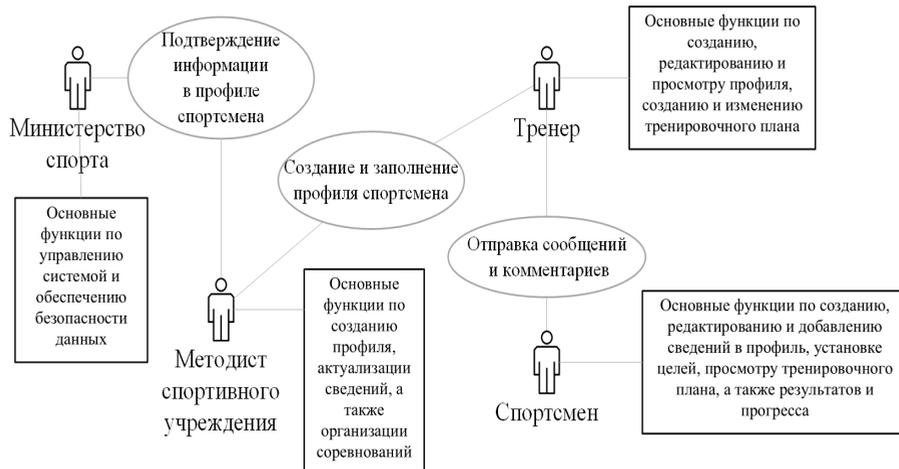


Рис. 3. UML-диаграмма взаимодействия акторов.

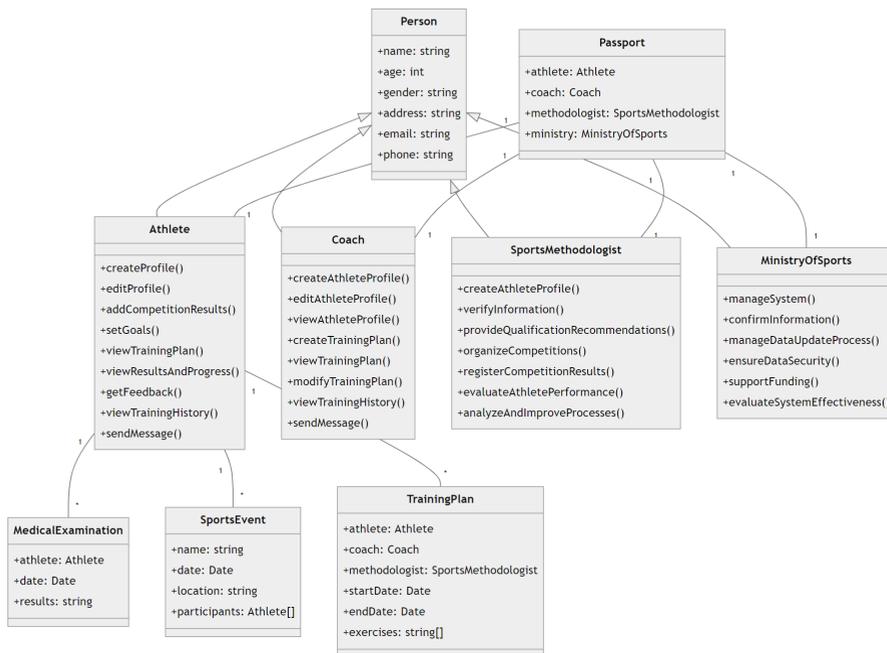


Рис. 4. Диаграмма классов

### Обсуждение результатов и заключение

Разработка и внедрение предлагаемой системы достичь решение ряда задач, в том числе:

1. Повышение доверия к спортивным организациям в силу использования общедоступных и проверяемых данных.
2. Сдерживание мошенничества и уменьшение применения допинга в спорте благодаря хранению информации о спортсменах

и их тестах в блокчейне, что предотвращает возможность изменения или подделки данных.

3. Снижение затрат на обработку, хранение и обеспечение безопасности данных за счет автоматизации с использованием смарт-контрактов и прозрачности блокчейна.

4. Упрощение аудита и сокращение связанных с ним расходов ввиду записи всех транзакций в блокчейне и их отслеживаемости.

5. Облегчение процесса привлечения инвестиций в сферу спорта, поскольку инвесторы могут легко отслеживать использование своих средств и достижения спортсменов.

6. Повышение уровня защиты личных данных спортсменов.

Кроме этого, система позволит улучшить процессы учета данных спортсменов, предоставит спортсменам больший контроль над своими данными и достижениями, создавая дополнительные возможности для участия в соревнованиях и развития спортивной карьеры.

Использование технологии блокчейна в сфере физической культуры и спорта, особенно в создании и хранении паспортов спортсменов, способствует повышению эффективности деятельности тренеров, методистов и представителей исполнительных органов власти. Она также обеспечивает удобное хранение данных и документов с бесперебойным доступом уполномоченных лиц. Технология блокчейна сокращает время оформления документов, гарантирует достоверность информации и исключает несанкционированные изменения, способствуя единообразному формату и системе спортивных паспортов.

### Список использованной литературы

1. Голубева А.С. Онлайн-проекты развития спорта в Российской Федерации и в мире / А.С. Голубева, С.А. Филиппов. — EDN MMDRFY // Социальная реальность виртуального пространства : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Иркутск, 21 сент. 2020 г. — Иркутск, 2020. — С. 190–194.

2. Сагиева Д.И. Digital и фитнес. Перспективы и развитие индустрии спорта / Д.И. Сагиева. — EDN JTYJPF // Вопросы устойчивого развития общества. — 2022. — № 5. — С. 987–991.

### References

1. Golubeva A.S., Filippov S.A. Online Sports Development Projects in the Russian Federation and in the World. *Social reality of virtual space. Materials of the II International Scientific Conference, Irkutsk, September 21, 2020*. Irkutsk, 2020, pp. 190–194. (In Russian). EDN: MMDRFY.

2. Sagiya D.I. Digital и фитнес. Prospects and development of the sports industry. *Voprosy ustoichivogo razvitiya obshchestva = Issues of Sustainable Development of Society*, 2022, no. 5, pp. 987–991. (In Russian). EDN: JTYJPF.

### Информация об авторах

Родионов Алексей Владимирович — кандидат технических наук, доцент, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский

государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: rodionovav@bgu.ru.

**Богорадникова Татьяна Георгиевна** — магистрант, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: tatyana bogoradnikova@mail.ru.

### Information about the Authors

**Aleksei V. Rodionov** — PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: rodionovav@bgu.ru.

**Tatyana G. Bogoradnikova** — Master's Degree Student, Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: tatyana bogoradnikova@mail.ru.

### Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Contribution of the Authors

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

### Для цитирования

Родионов А.В. Объектно-ориентированный анализ и проектирование децентрализованной информационной системы формирования паспорта спортсмена с использованием блокчейн / А.В. Родионов, Т.Г. Богорадникова. — DOI 10.17150/2713-1734.2024.6(1).103-114. — EDN MZQZGE // System Analysis & Mathematical Modeling. — 2024. — Т. 6, № 1. — С. 103–114.

### For Citation

Rodionov A.V., Bogoradnikova T.G. Object-Oriented Analysis and Design of a Decentralized Information System for Generating an Athlete's Passport Using Blockchain. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2024, vol. 6, no. 1, pp. 103–114. (In Russian). EDN: MZQZGE. DOI: 10.17150/2713-1734.2024.6(1).103-114.