Федеральное государственное образовательное бюджетное

Учреждение высшего образования

**«Финансовый университет при правительстве Российской Федерации»**

**(Финансовый университет)**

Факультет информационных технологий и анализа больших данных

Департамент анализа данных и машинного обучения

Текст доклада для выпускной квалификационной работы

на тему: «Разработка системы изменения и

сохранения содержимого не взаимозаменяемых блокчейн-токенов»

Направление подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»,

Профиль «ИТ-сервисы и технологии обработки данных в экономике и финансах»

Выполнил студент группы ПИ20-5

Савин Алексей Васильевич \_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель Доцент КАДиМО, к.т.н.

Андриянов Никита Андреевич\_\_\_\_\_\_\_

**ВКР соответствует**

**предъявляемым**

**требованиям**

Руководитель Департамента

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.

Москва 2024 г.

Оглавление

[Вступление 2](#_Toc166414939)

[Актуальность ВКР 2](#_Toc166414940)

[Цели и задачи ВКР 3](#_Toc166414941)

[Объект и предмет исследования 4](#_Toc166414942)

[Изучение рынка и существующих решений 4](#_Toc166414943)

[Определение конечного этапа разработки 5](#_Toc166414944)

[Проектирование системы изменения NFT 7](#_Toc166414945)

[Заключение 8](#_Toc166414946)

# Вступление

Здравствуйте, уважаемый председатель и члены государственной экзаменационной комиссии. Сегодня я, студент 4 курса, направления подготовки Прикладная информатика, представляю презентацию по защите выпускной квалификационной работы по теме «Разработка системы изменения и сохранения содержимого не взаимозаменяемых блокчейн-токенов».

План выступления представлен на слайде 3. В него входит раскрытие актуальности ВКР, определение цели и задач работы, выявление объекта и предмета исследования, и затем раскрытие задач в виде:

- Изучения рынка NFT и существующих решений по реализации этой технологии;

- Определение конечного на данный момент этапа разработки собственной системы и стандарта NFT;

- Непосредственно проектирование системы изменения содержимого NFT;

А также заключение по исследованиям в работе.

# Актуальность ВКР

Начну с объяснения основного термина, использующегося в работе – технологии невзаимозаменяемых токенов, или же NFT.

Данная технология была представлена впервые в 2014 году, когда первая работа «Quantum» была выложена для продажи на блокчейне Namecoin. Изображение этого токена представлено на слайде 4. Пройдет ещё 4 года, прежде чем подобного рода цифровые объекты начнут называть NFT – non-fungible token. Суть данной технологии заключается в том, что объект в блокчейне используя специальный стандарт смарт-контракта имеет свойства оригинальности, уникальности, а также защищён от копирования, так как право владения цифровым активом закреплено адресом владельца в токене.

Подъём популярности у технологии случился в 2021 году, достигнув пика в 2022. Из-за ажиотажного спроса цены на NFT, в том числе не самые популярные или откровенно мошеннические, взлетели, так как многие люди ошибочно, на мой взгляд, считали NFT не способом передачи и хранения ценной информации и монетизации усилий автора, а инструментом для заработка вкладчика, непосредственно приносящим прибыль только фактом своего существования.

В итоге ажиотажного спроса рынок был перенасыщен различными токенами, но к середине-концу 2023 года спрос упал на уровень 2020-2021 года, так как многие вкладчики потеряли к технологии интерес после падения цен на популярные токены.

Я вижу в технологии NFT потенциал для развития. Цифровой объект, защищённый от копирования сам по себе явление уникальное, так как во всемирной сети с самого её появления существовали люди, пытавшиеся обойти запреты и лицензионные ограничения чего угодно. Технология сама по себе позволяет защитить объект, привязанный к токену, от подобного рода подделки. Однако, цифровой объект, который владелец может поменять по своему усмотрению – такого на рынке NFT еще нет. Такой способ взаимодействия с токеном поможет расширить область его применения, в том числе в корпоративной среде или игровой индустрии.

# Цели и задачи ВКР

Исходя из актуальности можно выделить целью работы изучение технологии NFT и определение возможности изменения функционала по сохранению содержимого токенов. В качестве основы изучения будут взяты существующие реализации технологии.

Задачами работы я выделил:

* Изучение рынка NFT, существующих решений и стандартов токенов на различных платформах
* Определение этапа, до которого на данный момент можно довести разработку системы изменения токенов
* Проектирование системы, позволяющей изменять содержимое токенов NFT

Планируемый результат — это получить точный ответ, можно ли создать метод для изменения содержимого токена, а также провести проектирование системы. Максимальный результат – непосредственно внедрение системы на рынок. Также в работе будет проведено прогнозирование и анализ финансовой эффективности для малого проекта в сфере NFT, ожидаемые результаты которого основаны на моём личном опыте ведения и развития проекта NFT.

# Объект и предмет исследования

Объектом исследования работы является непосредственно сама технология NFT в её концепции, а также основные методы взаимодействия с экземплярами NFT в рамках их области применения.

Предмет исследования – это отдельные экземпляры реализации технологии в различных блокчейнах, представленные на различных платформах, а также средства разработки для создания новых или модификации имеющихся контрактов в выбранном в ходе исследования блокчейне.

# Изучение рынка и существующих решений

Блокчейн представляет собой новаторскую технологию, которая сохраняет информацию в последовательности блоков. Она отличается децентрализацией, обеспечивает надежность и прозрачность операций.

NFT — это уникальные цифровые активы, которые удостоверяют права собственности. Они позволяют конвертировать цифровое искусство в активы и обладать уникальными цифровыми объектами.

Технология NFT активно применяется в игровой индустрии и других отраслях. За последние годы NFT продолжают развиваться, привлекая внимание инвесторов и творческих личностей. Несмотря на существенное снижение цен на данном этапе развития рынка, NFT по-прежнему остаются популярным средством хранения и обмена цифровыми активами.

На слайде 7 представлен график пиковых цен нижнего порога на популярные коллекции токенов, данные для которого взяты за 01.2022 по 06.2023. На графике виден пик ценообразования, случившийся в апреле-мае 2022 года, и последующее снижение у всех приведённых переменных.

Проведём конкретизацию для области применения NFT на данный момент. Для продажи, покупки, обмена и просто выставления для публичного обозрения токенов NFT в блокчейнах, в которых они представлены, существуют специальные платформы. В качестве примера для разбора я приведу список на слайде 8. Из приведённых на нем площадок наиболее востребованной является OpenSea – крупнейшая на данный момент площадка с максимальным оборотом цифровых активов. Остальные представленные площадки также являются достаточно популярными по приведённым причинам, однако превысить популярность OpenSea, особенно в период пика, им было не под силу.

Стоит сказать, что из данных платформ, большинство использует блокчейн ETH. Он, несомненно, является мощным инструментом для разработки, однако, являясь достаточно сложным для освоения и имея высокий порог вхождения, я буду в дальнейшем опираться не на него, а на блокчейн TON. О нем позднее.

На платформе Opensea поддерживаются стандарты смарт-контрактов ERC-721 и ERC-1155 для создания и обмена неофициальными токенами (NFT). Их сравнение приведено на слайде 9. ERC-721 используется для уникальных и неизменяемых токенов, таких как цифровые искусство, музыка, видео и коллекционные предметы. ERC-1155 обеспечивает гибкость создания как уникальных, так и множественных токенов, что полезно для выпуска коллекционных предметов разных редкостей. Оба стандарта широко применяются на Opensea для создания, торговли и хранения NFT, позволяя пользователям выбирать подходящий стандарт в соответствии с их потребностями.

В отличие от блокчейна ETH, TON не имеет строгой типизации контрактов по стандартам, вместо этого представляя функционал по изменению содержимого контракта в зависимости от цели использования. Благодаря разнообразию платформ в TON, а также открытой модели распространения исходного кода, разработчики смогли расширить инструменты взаимодействия с блокчейном и создать более высокоуровневые методы и инструменты работы.

Исходя из исследования я выделил следующее: блокчейн TON активно развивается и пользуется спросом у различных инвесторов и пользователей благодаря разнообразию функционала. На платформах не существует стандарта для изменяемых токенов, но существующие решения не позволяют изменять токены после создания. Блокчейн считается удобным благодаря своей открытости и поддержке сообщества разработчиков. Необходимо создание нового решения, если нужно реализовать функционал для изменяемых токенов.

# Определение конечного этапа разработки

Разработка системы для изменения содержимого токенов может состоять из следующих ключевых элементов:

* Создание смарт-контракта;
* Создание приложения;

Создание и тест смарт-контракта можно провести благодаря инструментарию блокчейна, однако создание, развертывание и поддержка приложения потребует обширных финансовых вложений. При создании приложения стоит остановиться на этапе проектирования, в том числе проектирования UI.

На слайде 11 представлена структура типичного проекта в блокчейне TON. Проект создаётся, развертывается и запускается с помощью фреймворка NodeJS, если конкретнее, npm. Для удобного начала работы с блокчейном в открытом доступе находится проект шаблонного контракта с примером его написания, тестирования и использования.

Проект смарт-контракта состоит непосредственно из самого контракта, скрипта для инкапсуляции функций и методов – wrapper, тестов функционала, скрипта компиляции и артефакта компиляции, в дальнейшем использующимся в блокчейне.

В качестве примера для разработки я взял смарт-контракт для платформы Getgems – крупной платформы для обмена и торговли NFT в блокчейне TON. В качестве основных элементов контракта выступает хранилище и функции. В хранилище находятся параметры по минимальной цене хранения токена, непосредственно содержимое токена, включающее индекс, адрес коллекции, адрес владельца и содержимое. Среди функций смарт-контракта наиболее важными выступают функция по вызову содержимого, его сохранению, а также функция обработки входных сообщений контракта. На основе данных методов реализация функционала изменения содержимого может быть сделана либо в отдельном методе, либо в блоке обработки сообщений. В ходе дальнейшей работы я модифицировал как хранилище токена, так и метод обработки сообщений, добавив в него тип обращения по изменению содержимого.

Разработка платформы для использования контракта – задача куда сложнее, в том числе и с точки зрения финансовых вложений, так как для того, чтобы запустить платформу, необходимо не только написать исходный код, но и вложиться в развертывание его на устойчивом хостинге, а также провести рекламную кампанию. Поэтому я в разработке приложения остановился на проектировании логики и функциональных требований с учётом ограничений блокчейна и создании концепта интерфейса.

На слайде 12 представлена блок-схема работы приложения, на которой присутствуют основные функциональные и логические блоки приложения. Функционал приложения разделен на слои аутентификации и основного приложения, каждый из которых выполняет свои специфические функции. С помощью приложения можно проходить аутентификацию через кошелек TON, а также просматривать и изменять токены.

В результате процесса проектирования и изучения я вынес следующие функциональные требования к контракту и к приложению:

- Приложение должно обеспечивать аутентификацию через кошелёк TON для просмотра в его содержимом токенов соответствующего смарт контракту;

- Приложение должно обладать функционалом просмотра списка всех существующих, а также всех купленных пользователем токенов;

- Приложение должно реализовывать функцию изменения токена через слияние одного токена с другим и добавлением связи в данные обоих токенов.

- Смарт-контракт должен соответствовать структуре, используемой в блокчейне TON;

- Контракт должен реализовывать функционал изменения содержимого, либо во внутренней функции по обработке сообщения, либо в отдельной функции;

- Обладать правами на изменение содержимого токена должен только владелец токена;

- Контракт должен пройти тестирование, компиляцию и верификацию через testnet.

# Проектирование системы изменения NFT

Непосредственно проектирование системы изменения состояло из тестирования написанного смарт-контракта. Более подробно оно описано в исходном тексте работы, однако на слайде 14 представлены скриншоты с результатами прохождения теста контракта, а также результат компиляции с артефактом блокчейна.

Сам контракт был написан на языке FunC – языке среднего уровня, который позднее можно скомпилировать в код языка Tact – низкоуровневого языка взаимодействия с ячейками блокчейна.

Как было упомянуто ранее, контракт добавляет новый функционал по изменению содержимого токенов, соответствующий функциональным требованиям. Для этого используется дополнительная обработка входного сообщения, в новом случае принимающая команду по изменению содержимого, новую ячейку с содержимым и адрес редактора, который должен совпадать с адресом владельца.

После написания контракта было проведено тестирование, как можно видеть – успешно, компиляция и верификация в testnet TON, что подразумевает отправку контракта в кошелек в данном блокчейне для проверки корректности работы методов.

При проектировании приложения на основе блок-схемы работы был составлен макет интерфейса для пользователя (представлен на слайде 15) и администратора (представлен в исходном тексте ВКР). Приложение состоит всего из двух вкладок: просмотр токенов, которыми владеет пользователь, а также просмотр токенов в глобальном масштабе. При нажатии на ячейку с токеном открывается оверлей просмотра содержимого токена, с его описанием, информацией о владельце, дате изменения и содержимым, а также, если пользователь владеет токеном, то он может перейти в окно изменения содержимого, где изменяемыми полями будут поля Attribute. Всего таких полей 4, так как ячейка содержимого токена имеет формат cell, в блокчейне TON такая ячейка может содержать до 4 ссылок на другие ячейки. Из-за этого технического ограничения к токену можно подвязать связи всего с 4 другими атрибутами.

Развертывание такого рода приложения возможно, однако, как было упомянуто ранее, не слишком целесообразно с точки зрения финансовых вложений. Проще и эффективнее попытаться связаться с существующими платформами для использования нового стандарта смарт-контракта.

В качестве примера для расчёта возьмем показатели по прибыли проекта, использующего уже существующую архитектуру. Все расчёты ведутся в Ton для удобства. По результатам ожидаемая прибыль превысила расходы более чем в два раза, однако стоит учитывать, что подобные проекты имеют достаточно долгий цикл жизни, из которых несколько лет могут быть потрачены исключительно на пиар кампанию проекта. Из-за непредсказуемости рыночной цены на криптовалюту стоимость проекта при переводе в USD может дополнительно вырасти в несколько раз по сравнением с расчётной стоимостью проекта в начале цикла.

# Заключение

Основываясь на моём собственном опыте ведения проекта в сфере NFT, а также по результатам анализа рынка и трендов по изменению цены на криптовалюту, я также провел экономический расчёт для проекта в данной сфере (пример результатов расчёта представлен на слайде 17), по результатам которого показатели доходности и рентабельности инвестиций смогли не просто окупить стоимость проекта, но и показать рост. Подсчёт проводися в единицах TON, так что реальная прибыль может быть еще больше с учетом изменения цен на криптовалюту. Минусом данного проекта является долгий срок в 36 месяцев, но, если расширять масштаб проекта, бюджет и доход инвестиций может увеличиться многократно.

Рыночные перспективы проекта подтверждают целесообразность развития данной технологии и проектов в целом.

В ходе работы были достигнуты следующие результаты:

* Был изучен функционал работы в проекте блокчейна TON, изучены методы и инструменты разработки смарт-контрактов;
* Разработан шаблон для смарт-контракта, содержащий метод для изменения его содержимого;
* Были спроектированы логика и макет интерфейса для приложения, обеспечивающего функционал смарт-контракта;
* Помимо прочего, на основе данных по организации и ведению проекта в сфере применения NFT, был проведён экономический расчёт эффективности проекта, использующего в качестве продукта токены NFT.

Я считаю данную работу успешной, так как технология NFT является крайне привлекательной для разных типов инвесторов и ещё не достигла максимума своего потенциала.

На этом я заканчиваю свой доклад. Если у вас есть вопросы по содержанию, я готов их выслушать.

Благодарю вас за внимание.