



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МИРЭА - Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

Институт информационных технологий (ИТ)

Кафедра инструментального и прикладного программного обеспечения (ИиППО)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**На тему:** Стартап "Обучающее ПО по работе со стерильным помещением: Симуляция химической лаборатории с использованием фотореалистичных трехмерных клонов"

---

**Выполнил студент группы ИКБО-20-19 Московка Артём Александрович**

**Руководитель ВКР: к.т.н. доцент, доцент С.Б. Плотников**

**Консультант ВКР: старший преподаватель И.В. Белоусова**



## Актуальность и новизна выпускной квалификационной работы

**Актуальность:** создание новых технологий и оборудования для обучения специалистов различных отраслей, основанных на достижениях информационных технологий.

**Новизна:**

1. Тесное междисциплинарное взаимодействие информационных технологий и таких дисциплин естественных наук, как химия, биология и фармацевтика.
2. Использование информационных технологий в образовательном процессе.
3. Работа над НИР производилась при поддержке Московского Института Тонких Химических Технологий им. Ломоносова, предоставившего необходимые данные и материалы для качественной и точной работы в помещениях реальной стерильной комнаты, в которой производились замеры и были получены фото- и видеоматериалы устройства и эксплуатации оборудования.

**Объект исследования:** симуляция химической лаборатории для обучения и тестирования пользователей правилам эксплуатации.

**Предмет исследования:** симуляционное ПО, имитирующее желаемые процессы и поведение специалиста в стерильном пространстве.

**Гипотеза:** использование фотореалистичных моделей оборудования повысит качество обучения и тестирования будущих специалистов.



---

## Цели и задачи выпускной квалификационной работы

**Цель:** спроектировать и разработать виртуальное пространство лаборатории, а также разработать алгоритмы взаимодействия пользователя с элементами окружения.

### **Задачи:**

1. Анализ существующих областей применения цифровых симуляций и конкурентных технических решений цифровых симуляций, используемых в пространстве IT технологий.
2. Выбор и обоснование средств разработки приложения, трехмерных моделей и алгоритмов виртуальной лаборатории.
3. Разработка архитектуры системы, моделей цифровых двойников и их алгоритмов.
4. Разработка бизнес-логики приложения.
5. Тестирование приложения.
6. Планирование работ по теме и расчет полной стоимости проведения работ.

## Анализ существующих областей применения цифровых симуляций

Можно выделить **три** основных ситуации, в которых будет полезна цифровая симуляция:

1) объект еще не существует в реальном мире, но есть потребность в интерактивной визуализации и ускорении его проектирования;

2) объект в физически труднодоступном месте, а эксплуатация неподготовленным оператором или даже нахождение в помещении опасно;

3) объект является уникальным прототипом, существующем в единственном экземпляре либо очень узком объеме и доступе, а тестирование или обучение на нем кадров должно быть произведено большим количеством человек.



**Рисунок 1** – Пример интерактивной VR-модели газораспределительной станции



# Анализ конкурентных решений цифровых симуляций, используемых в пространстве IT технологий



Рисунок 2 – Пример цифровой симуляции лаборатории Labster

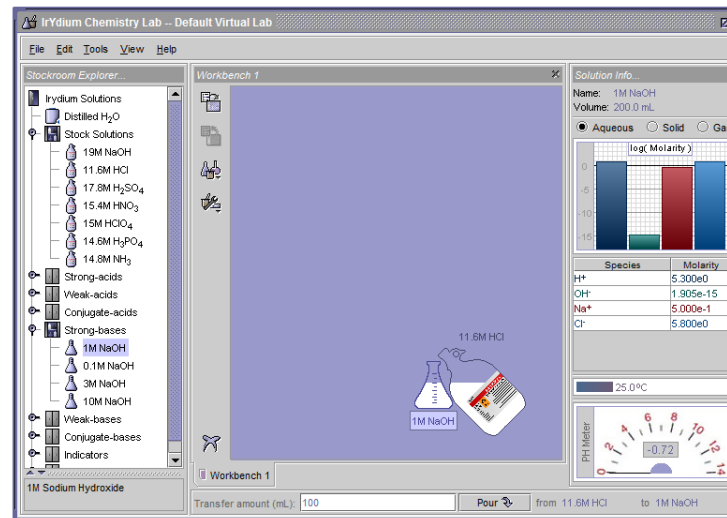


Рисунок 3 – Пример виртуальной лаборатории ChemCollective



---

## Выбор средств разработки приложения, трехмерных моделей и алгоритмов виртуальной лаборатории



**Рисунок 4** – Autodesk  
3Ds Max



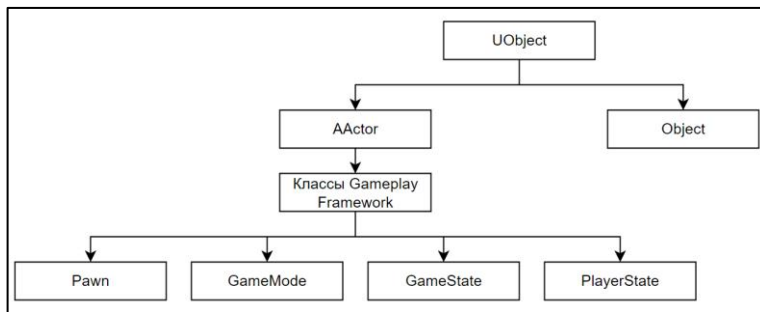
**Рисунок 5** – Adobe Substance  
Painter



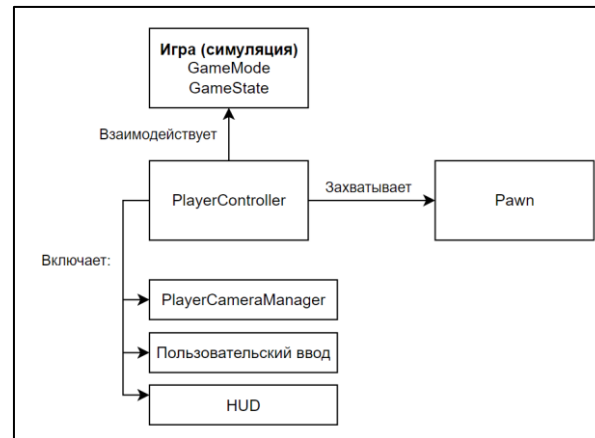
**Рисунок 6** –  
Unreal Engine 5



## Разработка архитектуры системы



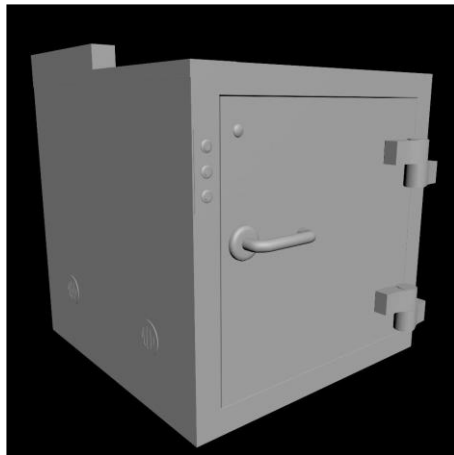
**Рисунок 7** – Базовая архитектура классов в Unreal Engine



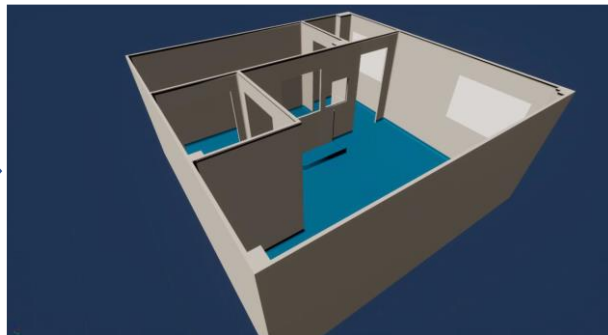
**Рисунок 8** – Взаимодействие классов Gameplay Framework



## Разработка фотореалистичных трехмерных клонов



**Рисунок 9** – Процесс моделирования герметичного шлюза стерилизации



**Рисунок 10** – Помещения разрабатываемой виртуальной химической лаборатории



**Рисунок 11** – Готовая виртуальная химическая лаборатория





## Разработка алгоритмов виртуальных объектов симуляции

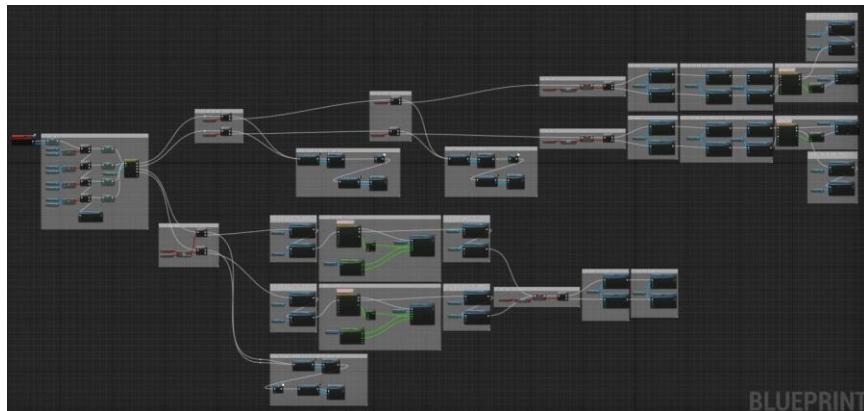


Рисунок 12 – Пример блокпринта герметичного шлюза передачи [авторская разработка]

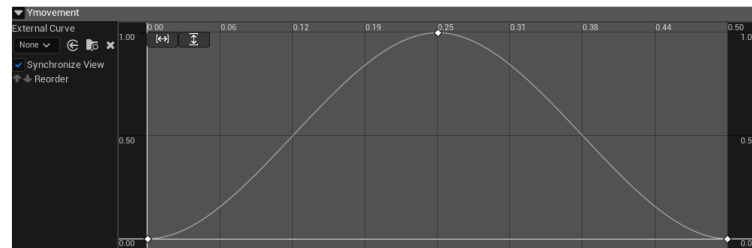


Рисунок 13 – График функции Ymovement [авторская разработка]



Рисунок 14 – Демонстрация работы кнопки стерилизации герметичного шлюза [авторская разработка]



## Разработка алгоритмов виртуальных объектов симуляции

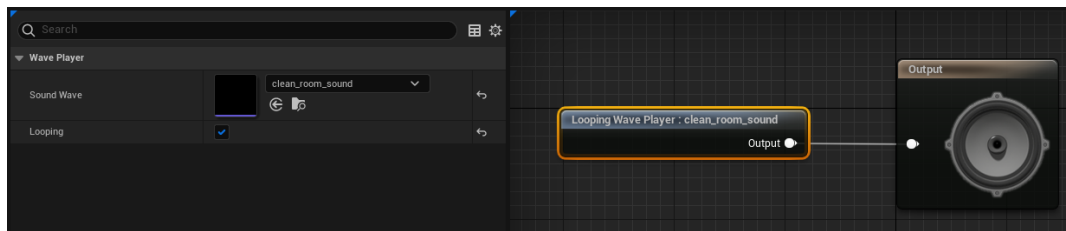


Рисунок 15 – Пример звукового блюпринта создания вентиляционного шума [авторская разработка]

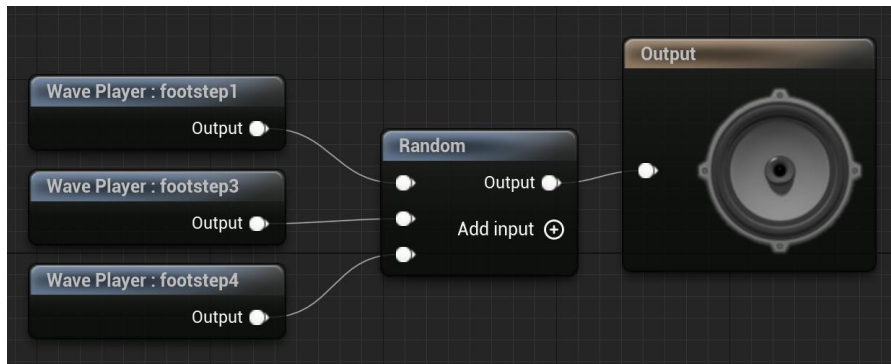


Рисунок 16 – Пример звукового блюпринта ходьбы персонажа [авторская разработка]

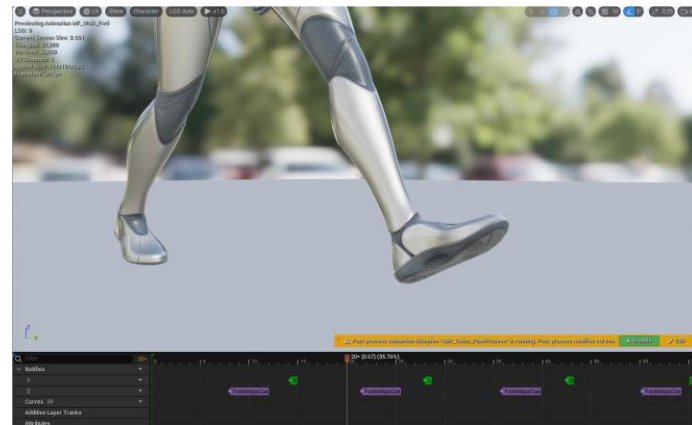
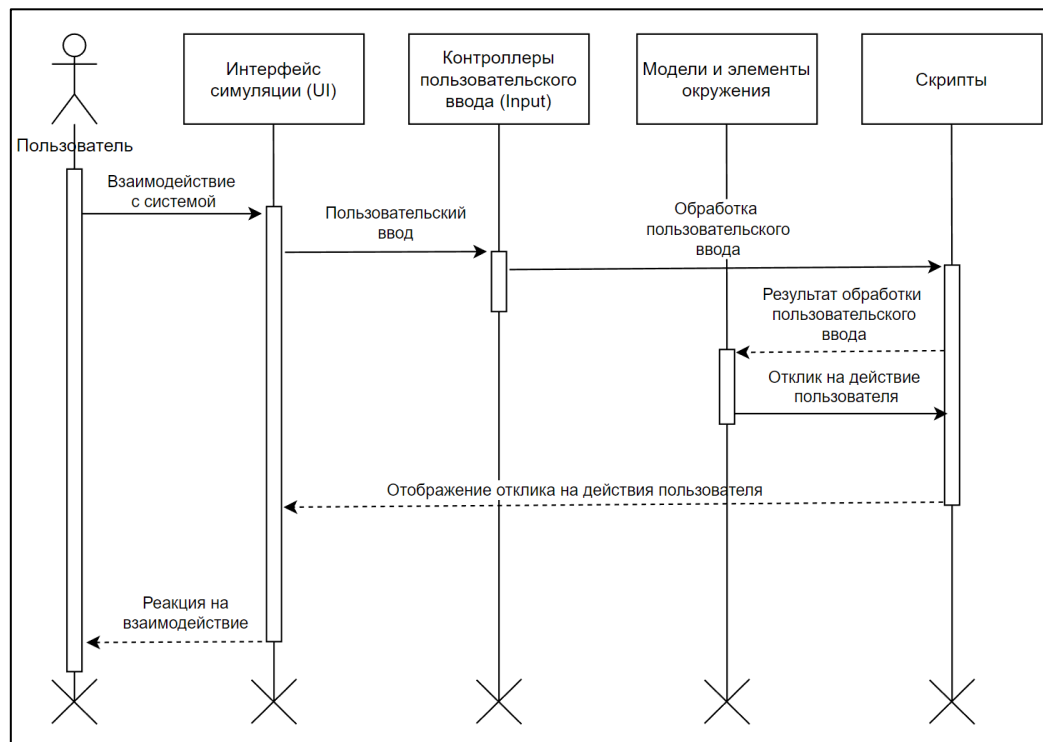


Рисунок 17 – Интерфейс взаимосвязи анимации персонажа со звуками ходьбы [авторская разработка]

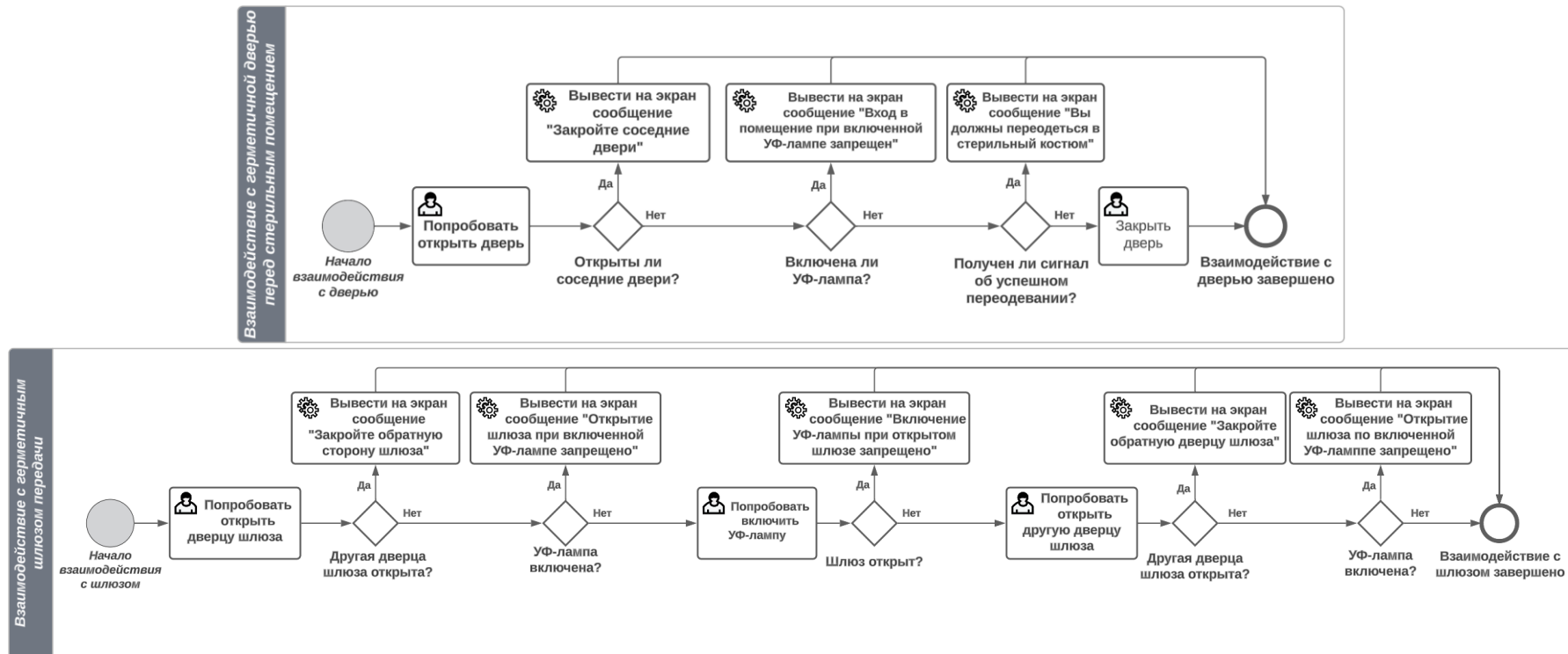


## Разработка бизнес-логики приложения





## Разработка бизнес-логики приложения





# Тестирование приложения

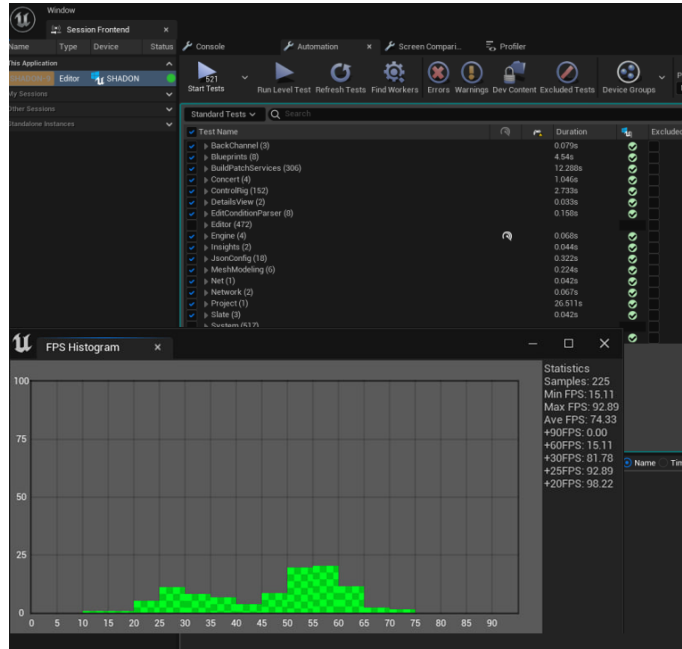


Рисунок 20 – Результаты проведения unit-тестирования и гистограмма производительности симуляции

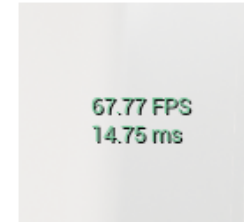


Рисунок 21 – Счетчик кадров в секунду при ручном тестировании симуляции



# Планирование работ по теме и расчет полной стоимости проведения работ

График проведения работ (Рисунок 22):

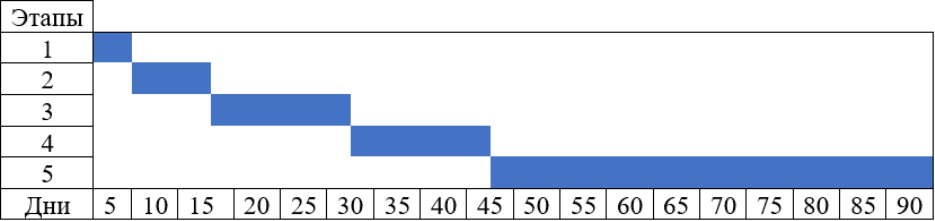


Рисунок 22 – График проведения работ

Договорная цена будет представлять собой:

$$\text{ДЦ} = \text{С} + \text{П} + \text{НДС} = 354583 + 106374 + 92191 = 553\,148 \text{ руб.}$$



---

## Результаты выпускной квалификационной работы

1. Анализ предметной области свидетельствует о высокой востребованности цифровых двойников и симуляций с использованием IT технологий.
2. Выбранные средства разработки программного продукта продемонстрировали высокое качество, быстроту и удобство разработки трехмерных клонов, алгоритмов и симуляции в целом.
3. Спроектировано и разработано виртуальное пространство лаборатории, а также алгоритмы взаимодействия пользователя с элементами окружения.
4. Тестирование разработанного ПО показало качество разработки и пригодность использования системы в учебном процессе.
5. Проведен расчет себестоимости проекта.



## Апробация выпускной квалификационной работы



Рисунок 23 – Сертификат публикации учебно-методического материала

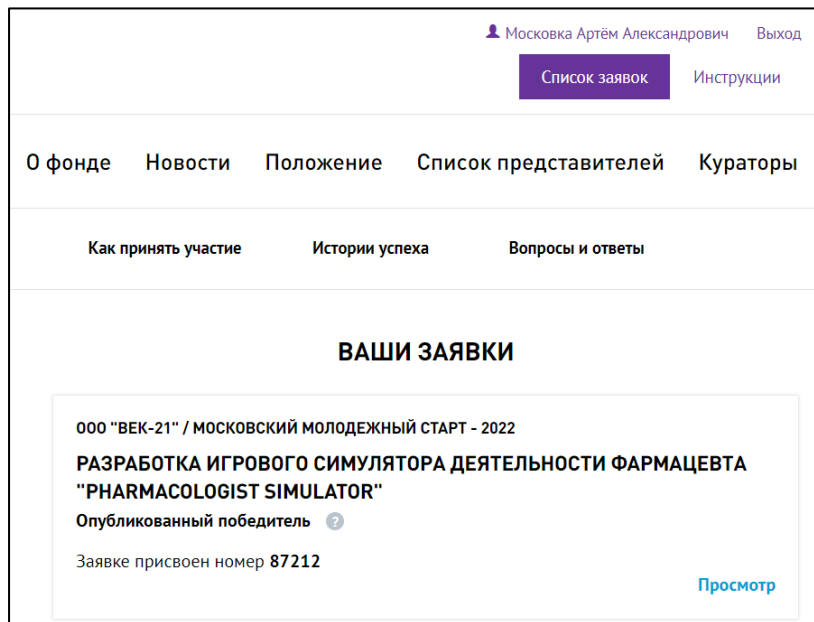


Рисунок 24 – Скриншот заявки победителя в гранте от Фонда содействия инновациям «УМНИК»



**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!**