

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
О. В. Непомнящий
Подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.01 Информатика и вычислительная техника
код и наименование специальности

Образовательное мобильное приложение дополненной

реальности

тема

Руководитель _____
подпись, дата _____
доцент, канд. техн. наук
должность, ученая степень _____
А.И. Постников
ициалы, фамилия

Консультант _____
подпись, дата _____
старший преподаватель
должность, ученая степень _____
И.В. Матковский
ициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата _____
Ю.М. Бахтин
ициалы, фамилия

Нормоконтролер _____
подпись, дата _____
старший преподаватель
должность, ученая степень _____
И.В. Матковский
ициалы, фамилия

Красноярск 2020

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
О. В. Непомнящий
Подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту Бахтину Юрию Михайловичу
фамилия, имя, отчество

Группа КИ16-07Б Направление (специальность) 09.03.01

номер

код

Информатика и вычислительная техника

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Образовательное мобильное

приложение дополненной реальности

Утверждена приказом по университету № 6622с от 26.05.2020

Руководитель ВКР Постников А.И., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ВТ

инициалы, фамилия, должность, учёное звание и место работы

Исходные данные для ВКР: проводить анализ приложений с дополненной реальностью; исследовать существующие платформы для реализации дополненной реальности; разработать обучающее мобильное приложение дополненной реальности; разработать web интерфейс для добавления 3D моделей в приложение

Перечень разделов ВКР: введение; анализ существующих приложений; анализ платформ дополненной реальности; проектирование; реализация; документация; список используемых источников;

Перечень графического материала: презентация в формате Power Point

Руководитель ВКР

А.И. Постников

подпись

инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

Ю.М. Бахтин

подпись

инициалы, фамилия

« _____ » 2020 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Система управления умным домом» содержит 51 страницу текстового документа, 29 иллюстраций, 13 использованных источников.

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ, ОБУЧЕНИЕ, МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ, AR CORE, WEB ПРИЛОЖЕНИЕ, ТЕХМЕРНАЯ ГРАФИКА, 3D МОДЕЛЬ.

Была проанализирована технология дополненной реальности, а также проведен анализ существующих приложений. На основе анализа были выделены основные требования к программному обеспечению. Спроектировано и реализовано мобильное образовательно приложение с дополненной реальностью. Реализован веб интерфейс позволяющий создавать и редактировать объекты дополненной реальности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1. Теоретический обзор по теме ВКР | 5 |
| 1.1. Обзор поставленной задачи ВКР | 5 |
| 1.2. Обзор аналогов разрабатываемого приложения | 6 |
| 1.2.1. AR Liver Viewer | 6 |
| 1.2.2. 4D Anatomy | 7 |
| 1.2.3. IKEA Place | 8 |
| 1.3. Обзор популярных инструментов для работы с дополненной реальностью..... | 10 |
| 1.3.1. Vuforia..... | 10 |
| 1.3.2. ARCore..... | 11 |
| 1.3.3. Сравнение технологий..... | 12 |
| 1.4. Вывод..... | 13 |
| 2. Проектирование приложения | 14 |
| 2.1. Сервер | 14 |
| 2.1.1. Постановка задачи сервера..... | 14 |
| 2.1.2. База данных сервера | 15 |
| 2.1.3. Определение архитектуры сервера | 16 |
| 2.1.4. Выбор технологий для написания сервера | 17 |
| 2.2. Web клиент | 18 |
| 2.2.1. Постановка задачи Web клиента..... | 18 |
| 2.2.2. Выбор технологии разработки | 19 |
| 2.3. Мобильный клиент | 19 |
| 2.3.1. Постановка задач мобильного клиента..... | 19 |
| 2.3.2. Пользовательский интерфейс мобильного клиента | 21 |
| 2.4. Вывод..... | 24 |
| 3. Разработка приложения | 24 |
| 3.1. Принцип работы дополненной реальности | 24 |
| 3.2. Мобильный клиент | 28 |
| 3.2.1. Описание модулей | 29 |
| 3.3. Загрузка 3D моделей..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 3.4. Вывод..... | 41 |
| 4. Руководство пользователя | 41 |
| 4.1. Установка и настройка..... | 41 |
| 4.2. Демонстрация мобильного клиента | 41 |
| 4.3. Демонстрация Web-клиента | 47 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 50 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ | 51 |

ВВЕДЕНИЕ

Организация учебной деятельности в современной России во многом унаследована от советской системы образования. На замену индустриальному обществу приходит информационное общество, мир развивается в условиях глобализации, что обуславливает необходимость в изменении системы образования. В обновлении нуждаются принципы подачи учебного материала, роль учителя в образовательном процессе. Требуется внедрение в учебный процесс инновационных технологий, обеспечивающих интерактивный процесс обучения.

Примером инновационной технологии, для современной системы образования в России, можно представить технологию AR – технологию дополненной реальности. AR – это технология, позволяющая сделать виртуальные объекты частью реального мира. Современные технологии позволяют реализовать приложения такого рода на современных смартфонах, имеющих камеру мобильного телефона.

В запоминании новой информации основной проблемой является трудность ее преобразования в визуальные образы, которые лучше усваиваются нашим мозгом. Для решения данной проблемы любая теоретическая информация подкрепляется практической частью – решение задач в математике, проведение лабораторных работ в физике или химии, изучение карт в истории или географии. Идея использования AR технологий в обучении носит аналогичный характер, но может предоставить более широкий набор визуальных представлений теоретической информации.

В связи с этим целью данной работы будет разработка обучающего мобильного приложения дополненной реальности, позволяющее связать теоретическую и визуальную части для лучшего понимания и усвоения информации.

1. Теоретический обзор по теме ВКР

1.1. Обзор поставленной задачи ВКР

Прежде, чем переходить к анализу поставленной задачи – внедрение технологий дополненной реальности в образовательный процесс, нужно лучше разобраться в том, что из себя представляет дополненная реальность.

Дополненная реальность – это взаимодействие виртуальных объектов с реальным миром, иными словами – виртуальные, трехмерные объекты добавляются в трехмерное пространство реального мира и воспринимаются как часть его.

Для добавления объектов виртуальной реальности в информационное пространство реального мира необходимо ПО, обеспечивающее работу алгоритмов и устройство, поддерживающее работу с виртуальной реальностью. Выделяют такие устройства, как:

- мобильные телефоны с камерой;
- планшеты;
- очки дополненной реальности;

С помощью технологий виртуальной реальности можно решать различные задачи из разных сфер деятельности человека:

- медицина;
- образование;
- искусство;
- развлечения;
- навигация в пространстве;

1.2. Обзор аналогов разрабатываемого приложения

1.2.1. AR Liver Viewer

AR Liver — приложение, использующее анатомическую 3D модель печени для отображения в дополненной реальности [1]. Приложение предоставляет возможность просматривать 3D модели печени в разных представлениях. Помимо модели демонстрирующей реальный вид печени, пользователю доступен полупрозрачный вид позволяющий исследовать внутренние структуры и особенности, а также модели отображающие распространенные патологии. Приложение позволяет рисовать на поверхности 3D объекта, чтобы выделить элементы, места и анатомические структуры.

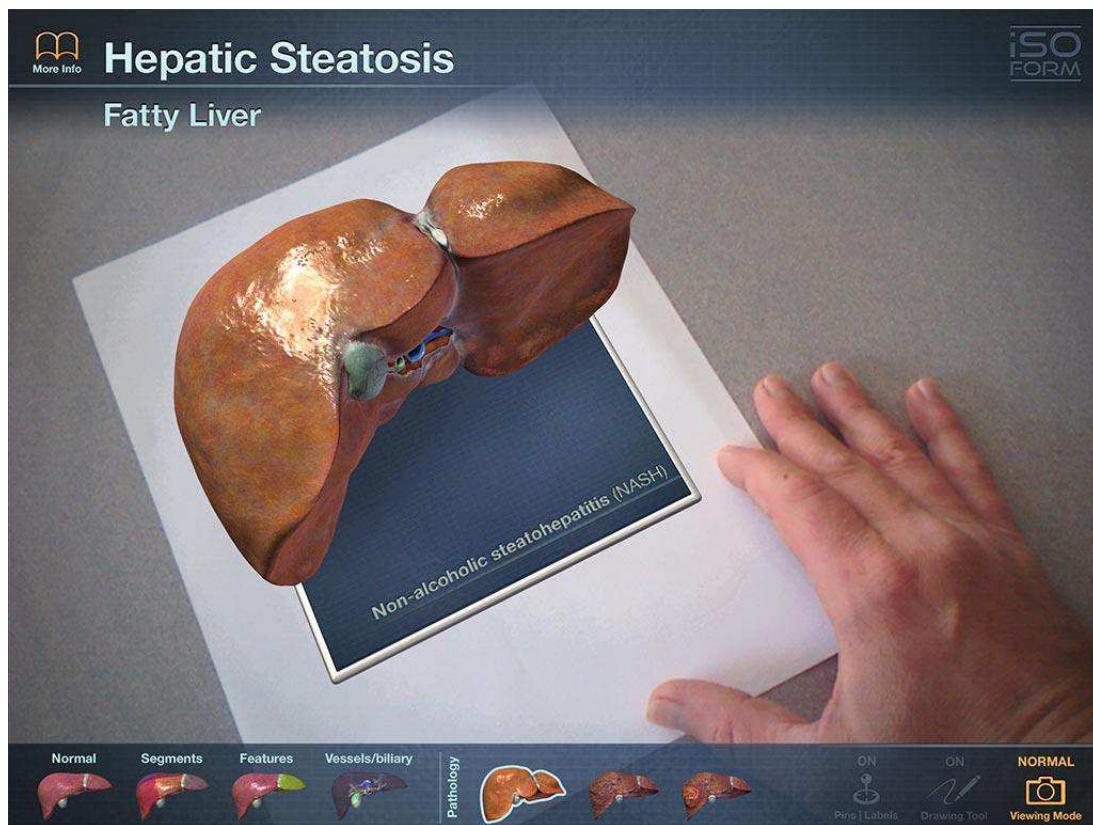


Рисунок 1 — Приложение AR Liver

Плюсы:

- возможность взаимодействия с 3D объектом;
- возможность просматривать объект в разных представлениях;
- отсутствие рекламы;

Недостатки:

- приложение ограничено количеством 3D моделей;
- имеется только один хорошо проработанный объект из предметной области;
- приложение доступно только под устройства продукции APPLE;

Из интересных особенностей приложения можно выделить возможность просматривать объекты в разных представлениях, а именно внешний вид, внутренне строение и т.д.

1.2.2. 4D Anatomy

4D Anatomy — приложение использующее 3D модели человека [2]. Для просмотра доступны: скелет человека, строение органов, мышечная ткань и т.д. Отображение моделей в пространстве, осуществляется через специальные, заранее распечатанные, карточки.

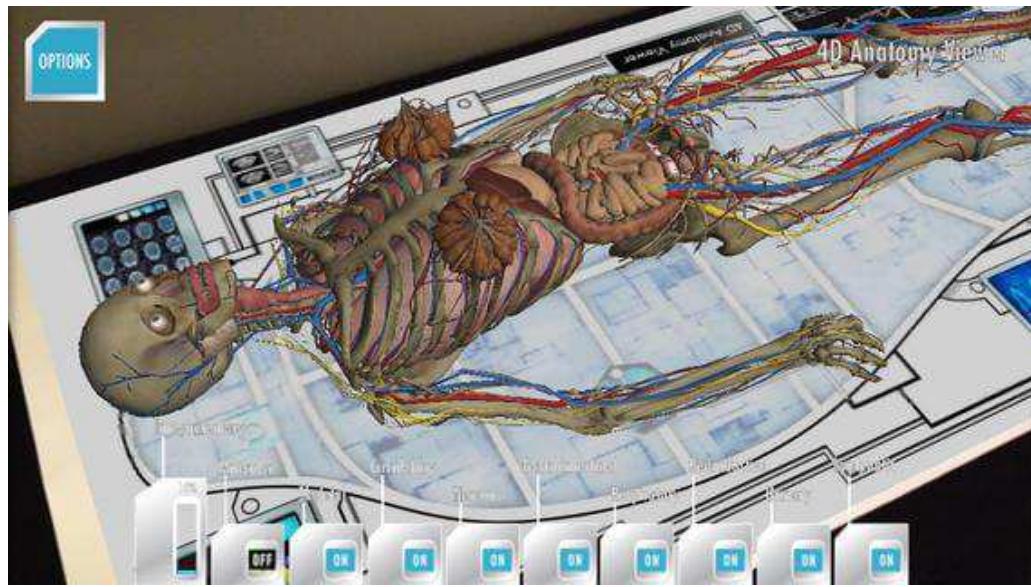


Рисунок 2 — Приложение 4D Anatomy

Плюсы:

- возможность просматривать объект в разных представлениях;

Недостатки:

- приложение ограничено количеством 3D моделей;
- имеется только один хорошо проработанный объект из предметной области;
- приложение полностью блокирует доступ к контенту до покупки;
- приложение полностью ограничивает функционал до покупки;

1.2.3. IKEA Place

IKEA Place – приложение от мебельной компании IKEA [3]. Приложение позволяет покупателю перед покупкой посмотреть, как тот или иной предмет интерьера будет смотреться в пространстве его комнаты.

В связи с тем, что ассортимент магазина часто меняется и, чтобы разработчикам не приходилось каждый раз перекомпилировать приложение для добавления новых AR объектов, а пользователю обновлять приложение, в

приложении реализована возможность динамически добавлять новые объекты через специальный интерфейс, но данный функционал доступен только специализированному персоналу магазина.



Рисунок 3 – Приложение IKEA Place

Плюсы:

- приложение полностью бесплатное;
- приложение неограниченно AR объектами;

Интересной особенностью приложения является то, что в приложение можно динамически загружать 3D модели, что позволяет постоянно поддерживать интерес пользователей.

1.3. Обзор популярных инструментов для работы с дополненной реальностью

На данный момент рынок AR имеет довольно много платформ для создания Augmented Reality приложений для телефонов и планшетов на операционных системах iOS и Android. В данной главе рассмотрим примеры двух самых популярных решений на 2020г.

1.3.1. Vuforia

Vuforia – платная платформа от известной компании Qualcomm [4]. Помимо библиотеки, платформа включает в себя: iOS и Android Vuforia SDK для разработчиков, Target Manager — систему для создания и управления target метками, а также набор web сервисов Vuforia Web Services в которые можно вынести хранение меток.

Чтобы добавить объект в реальный мир, нужно в этом мире зацепиться за какой-либо объект. Именно для этой цели и служат метки. Другими словами, метка – это некий реальный объект, зная который наше приложение может расставить виртуальные объекты в нужных местах и соответствующих пропорциях. Vuforia предоставляет несколько типов меток:

- *Image targets*. Первый вид мишеней, представляющий собой обычную картинку или фотографию. Картинка выполняет роль двумерного штрих-кода, только без черно-белых регионов. По ней мы можем определить, какая именно картинка попала в объектив камеры, а также её расположение в пространстве и масштаб.
- *Simple 3D targets*. Это мишени в виде прямоугольных параллелепипедов (включая куб). Такой мишенью может служить любой предмет из реального мира, например спичечный коробок.

- *Text*. В библиотеку встроено распознание текста, поэтому любое слово или их сочетание может являться мишенью.

Плюсы:

- Позволяет отслеживать предметы и перемещать их в пространстве;
- Имеет множество разнообразных инструментов для работы с AR;

Минусы:

- Хранение данных о AR объектах осуществляется через частное облако; платформы
- Для работы с большим количеством AR объектов нужно платить за использование облака;

1.3.2. ARCore

ARCore — бесплатная платформа от компании Google [5]. Помимо библиотеки, платформа также включается в себя: iOS и Android ARCore SDK. ARCore использует три ключевые технологии для внедрения виртуального контента в реальную среду:

- *Отслеживание движения*. Позволяет смартфону понять своё положение в реальном мире.
- *Понимание окружающей среды*. Позволяет смартфону определять размер и местоположение всех типов поверхностей (вертикальных, горизонтальных и угловых).
- *Оценка освещённости*. Позволяет смартфону оценить текущие условия освещения окружающей среды.

Принцип работы приложений, использующих ARCore основан на запоминании окружающей среды и реконструкции своего собственного виртуального невидимого мира, в котором можно размещать виртуальные объекты. Он также использует технологию отслеживания движения для определения того, как некоторые объекты движутся, учитывая движения вашей камеры.

Плюсы:

- позволяет отслеживать предметы и перемещать их в пространстве;
- полностью бесплатно;
- гибкое использование, за счет того, что вся архитектура ложится на руки разработчика;

Минусы:

- возможность перемещать объекты только вдоль одной плоскости;

1.3.3. Сравнение технологий

Основным различием между Vuforia и ARCore является принцип работы с дополненной реальностью. В Vuforia работа с дополненной реальностью осуществляется с помощью технологии отслеживания предметов. Так, чтобы отобразить какой-либо 3D объект нужно навести камеру на target метку, при этом, если упустить эту метку из поля зрения камеры, то объект пропадет. Технология отслеживания предметов позволяет создавать живые target метки, которые можно крутить под разным углом при этом 3D объект, прикрепленный к такой метке, также меняет свое положение в пространстве.

В ARCore основным принципом является анализ и построение виртуальной карты пространства. Эта технология, основанная на алгоритме SLAM, строит виртуальную карту пространства и связывает ее с реальным миром, что позволяет устанавливать 3D объекты на произвольный участок

виртуальной карты, при этом объект можно потерять из виду и вернуться к нему позже. На данный момент ARCore не поддерживает технологию живых виртуальных меток.

1.4. Вывод

На основании проведенного анализа приложений и инструментов разработки дополненной реальности, выделены основные достоинства, которые можно перенять из рассмотренных аналогов. Главными достоинствами рассмотренных приложений является возможность динамически добавлять 3d модели в приложение, а также просмотр объекта в разных представлениях. На основании проведенного анализа можно поставить следующие задачи перед приложением:

1. разработать Web интерфейс с возможностью:
 - 1.1. создавать предметные области и загружать 3D модели с описанием к ним;
 - 1.2. редактирование предметных областей;
 - 1.3. генерация QR кодов для поиска предметных областей;
2. Разработать мобильное приложение с возможностью:
 - 2.1. просматривать 3D модели в дополненной реальности;
 - 2.2. возможность просматривать краткую информации о 3D моделях;
 - 2.3. осуществлять поиск по 3D моделям;
 - 2.4. находить 3D модели по QR коду;

2. Проектирование приложения

2.1. Сервер

2.1.1. Постановка задачи сервера

Следуя техническому заданию, готовый продукт должен иметь возможность загружать новые 3D модели в приложение. Из этого вытекают четыре главные задачи сервера:

1. возможность загружать 3D модели;
2. возможность взаимодействовать с моделями через WEB интерфейс;
3. возможность взаимодействовать с моделями через мобильный интерфейс;
4. хранение моделей;

Чтобы ограничить и структурировать поток загружаемых моделей на сервер введена модель пользователя - User.

Возможность загружать модели в приложение обычному пользователю подразумевает, что с течением времени на сервере может накопиться неограниченно большое количество AR объектов. В связи с этим было принято решение ввести объект Rating. Rating – оценка AR объекта пользователем, содержащая числовое значение от 1 до 5 и необязательный комментарий. Из выше сказанного ставятся дополнительные задачи перед сервером:

1. хранение пользователей;
2. хранение рейтинга моделей;

2.1.2. База данных сервера

На основе предыдущего пункта была спроектирована база данных, представленная на рисунке 4.

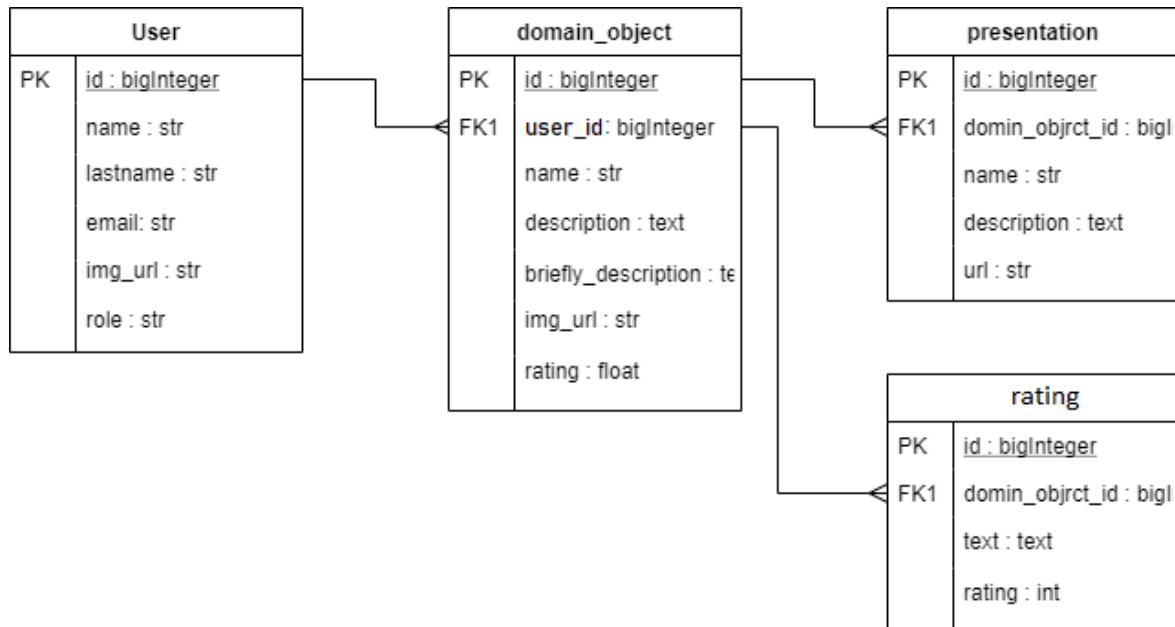


Рисунок 4 – База данных сервера

База данных содержит 4 таблицы: user, domain_objects, presentation, rating.

Таблица user содержит информацию о зарегистрированном пользователе: идентификатор, имя, фамилия, email, путь до аварки и роль пользователя в системе.

Таблица domain_object содержит информацию о предметной области: идентификатор, заголовок, ссылку на автора, краткое и полное описание, путь до аварки и рейтинг.

Таблица presentation содержит информацию о предметной области: идентификатор, заголовок, ссылку на предметную область, описание, путь до файла с 3d моделью.

Таблица rating содержит информацию о предметной области: идентификатор, заголовок, ссылку на предметную область, текстовый отзыв, оценка.

2.1.3. Определение архитектуры сервера

Для серверной части приложения выбран наиболее популярный шаблон проектирования MVC. Шаблон проектирования MVC предполагает разделение данных приложения, пользовательского интерфейса и управляющей логики на три отдельных компонента: Модель, Представление и Контроллер – таким образом, что модификация каждого компонента может осуществляться независимо.

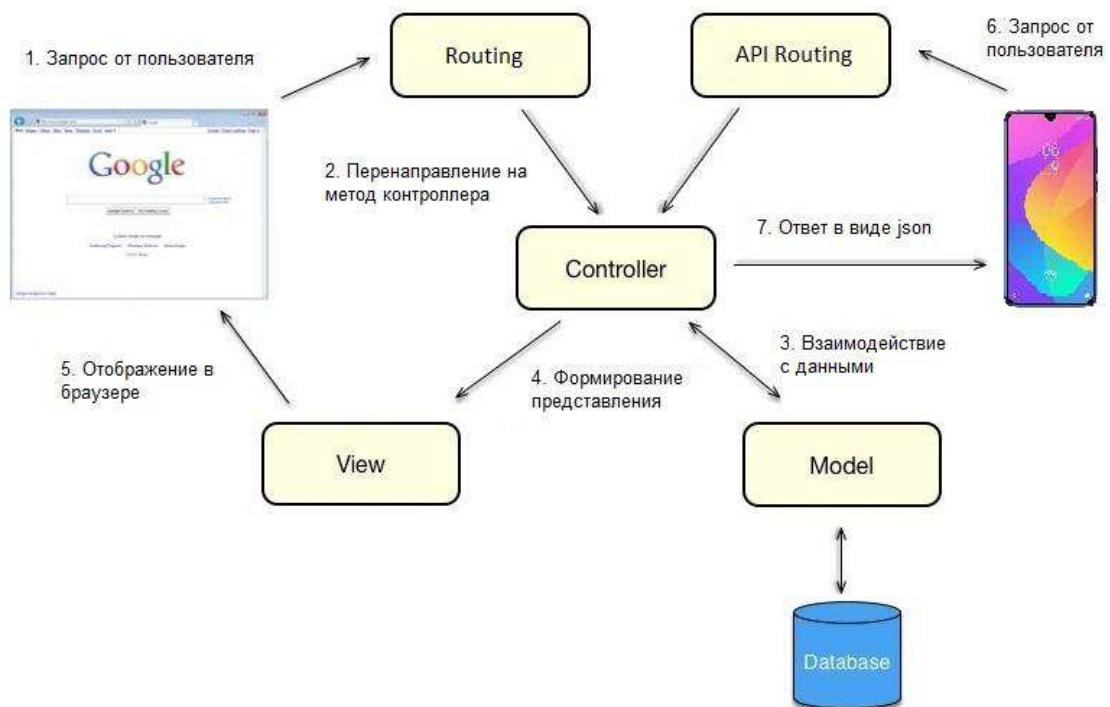


Рисунок 5 – Архитектура серверного приложения

2.1.4. Выбор технологий для написания сервера

Для серверной части приложения было принято использовать PHP фреймворк Laravel 7. Инструменты, которые Laravel предоставляет из коробки:

- готовая MVC архитектура;
- интерфейс для работы с базой данных;
- обработчик ошибок;
- шаблонизатор Blade для реализации веб-интерфейса;
- множество реализованных паттернов, таких, как фабрика, обозреватель и т.д;

Для хранения данных в приложении нет необходимости искать и тщательно подбирать систему хранения данных, поэтому принято решение использовать стандартную и популярную для веб продуктов СУБД MySQL. MySQL имеет хорошую интеграцию с PHP, а в частности является стандартным решением в используемом нами фреймворке Laravel.

2.2. Web клиент

2.2.1. Постановка задачи Web клиента

Основная задача веб клиента – создание, редактирование, удаление AR объектов. Также необходимо предусмотреть регистрацию и авторизацию пользователей в системе. Диаграмма прецедентов приведена на рисунках 6, 7.



Рисунок 6 – Диаграмма прецедентов Web клиента

На рисунке 7 более подробно рассмотрен прецедент “ Редактирование AR объекта”.

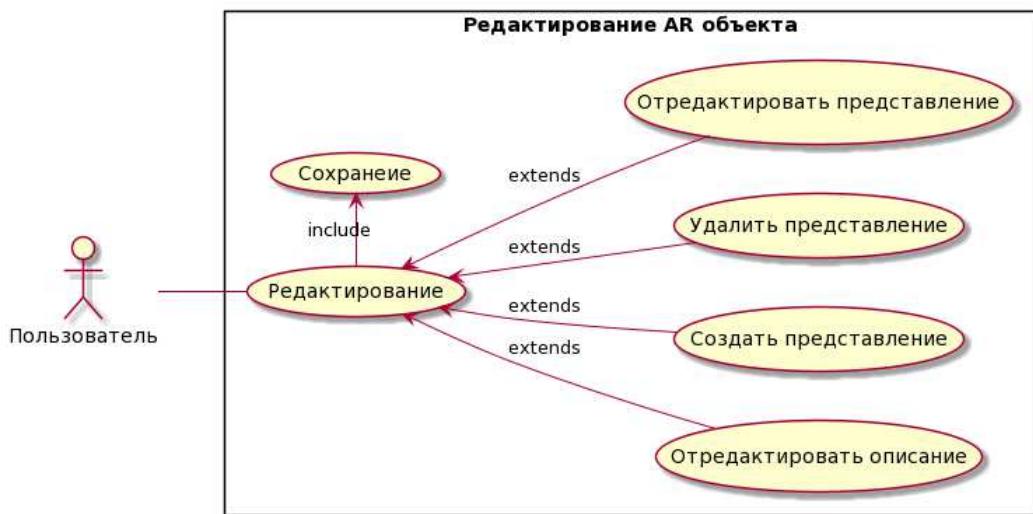


Рисунок 7 – Редактирование AR объекта

2.2.2. Выбор технологии разработки

Для разработки клиентской части веб приложения будет использовать Blade шаблонизатор, встроенный в Laravel. Данный шаблонизатор позволят с легкостью конструировать веб страницы, за счет возможности наследования шаблонов, а также поддержке множества управляющих конструкций, имеющихся в PHP, таких как foreach, if-else и т.д.

2.3. Мобильный клиент

2.3.1. Постановка задач мобильного клиента

Мобильный клиент — наиболее важная часть приложения. Предполагается, что большую часть времени пользователь будет взаимодействовать с AR объектами через мобильный клиент. Диаграмма прецедентов представлена на рисунке 8.

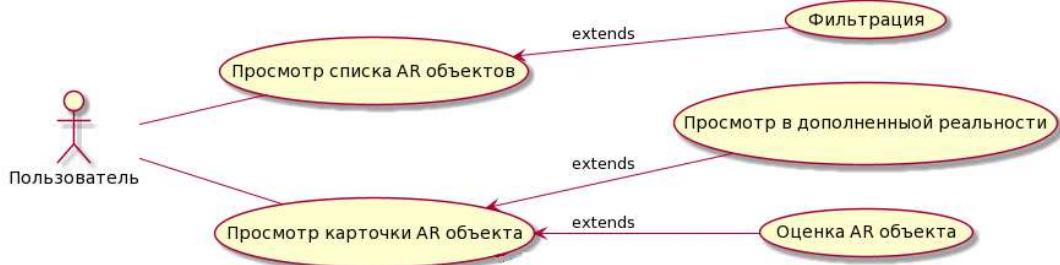


Рисунок 8 – Диаграмма прецедентов

Просмотр списка AR объектов. На главном экране приложения пользователю будет доступен список всех предметных областей, который будет подгружаться с сервера.

Фильтрация. Для более удобной навигации по списку необходимо предусмотреть навигацию по списку, а именно: фильтр по рейтингу, поиск по названию и по QR коду.

Карточка AR объекта. В карточку AR объекта можно перейти, нажав по элементу списка AR объектов. В ней доступна развернутая информация с описанием, а также информация о рейтинге. Также из нее можно активировать просмотр в дополненной реальности и оставить оценку.

Просмотр в дополненной реальности. Перейти в дополненную реальность можно из карточки предметной области. Для просмотра в дополненной реальности пользователю доступны все 3D модели, которые прикреплены к этой предметной области, для каждой модели можно просмотреть ее краткое описание.

2.3.2. Пользовательский интерфейс мобильного клиента

На рисунках ниже представлены разработанные макеты пользовательского интерфейса.

На рисунке 9 представлено главное окно, которое встречает пользователя при входе в приложение. На данном макете видно элементы списка – предметные области. Каждый элемент содержит название и краткое описание, а также информацию о рейтинге, количестве представлений и количестве текстовых отзывов.

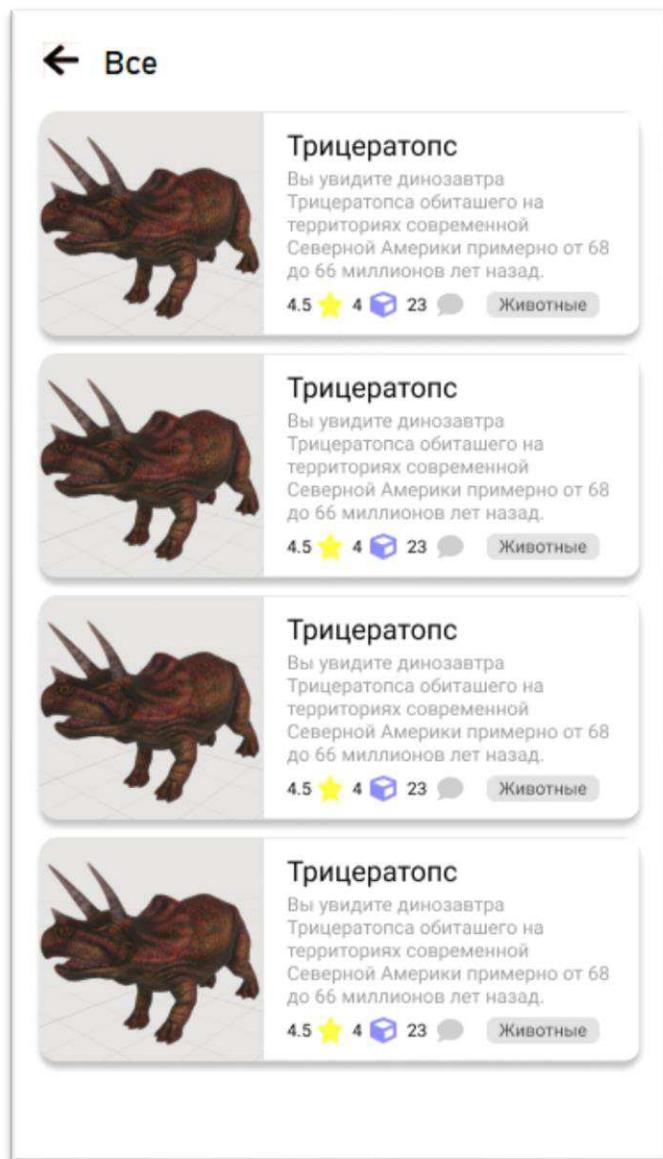


Рисунок 9 – Окно со списком всех AR объектов

На рисунке 10 представлено окно, предназначенное для поиска предметных областей по QR коду.

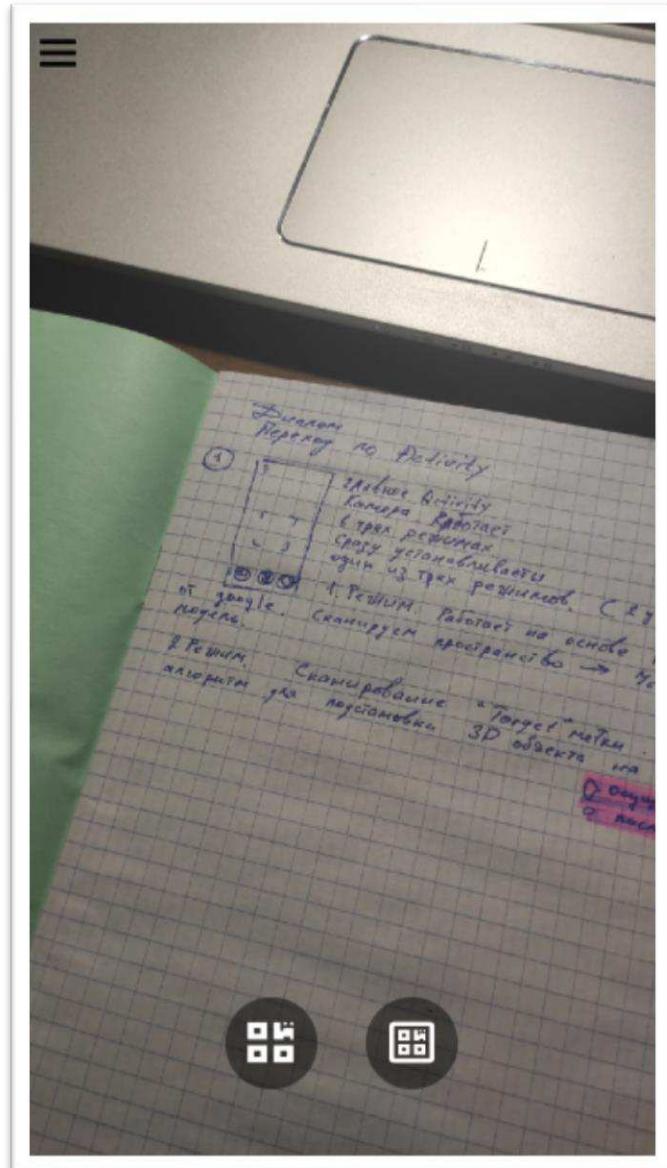


Рисунок 10 – Окно с определением QR кода

На рисунке 11 представлен макет, содержащий меню навигации и краткую информацию об авторизированном пользователе. Меню содержит такие пункты как: Мои модели, Сохраненные модели, Поиск, Настройки.

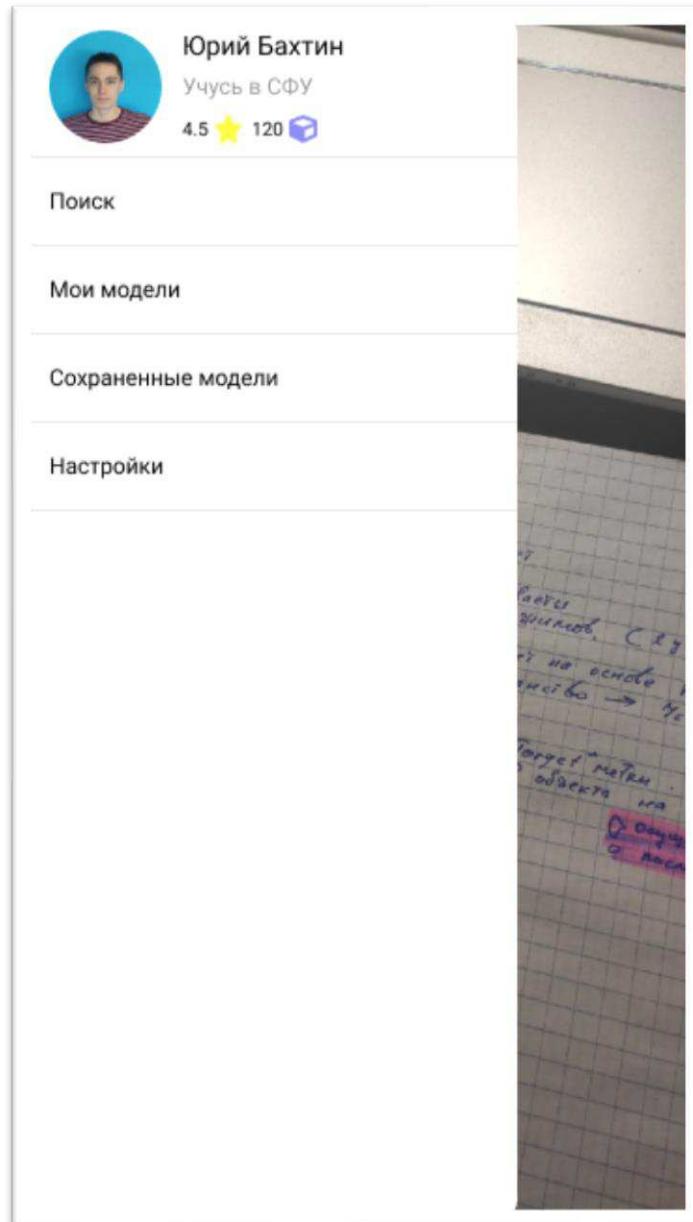


Рисунок 11 – Окно с меню

2.4. Вывод

В данной главе было произведено проектирование приложения – выбрана архитектура приложения, спроектирована база данных и пользовательский интерфейс, определены основные прецеденты приложения.

3. Разработка приложения

3.1. Принцип работы дополненной реальности

Задачу дополненной реальности можно расписать в три этапа:

1. выделение характерных точек в кадрах видео потока;
2. создание дескрипторов характерных точек;
3. реконструкция виртуальной сцены;

Любой виртуальный объект в дополненной реальности привязывается к реальному местоположению в реальном мире, такое местоположение называется якорем. Под якорями подразумеваются точка на плоскости, которая образована набором характерных точек, полученных в результате анализа видео потока.

Под характерной точкой подразумевается такая точка m изображения, окрестность которой $o(m)$ можно отличить от окрестности любой другой точки изображения $o(n)$ (Рис. 12). За окрестность точки изображения в самых простых алгоритмах берётся квадратное окно, с ребром от 3 до 7 пикселей.



Рисунок 12 – окрестности точек в разных частях изображения

Для извлечения особых точек из изображения применяют алгоритмы, называемые детекторами. Самый простой детектор - Moravec, для обнаружения особых точек, использует смещение окрестности данной точки на один пиксель в восьми направлениях (Рис. 13).

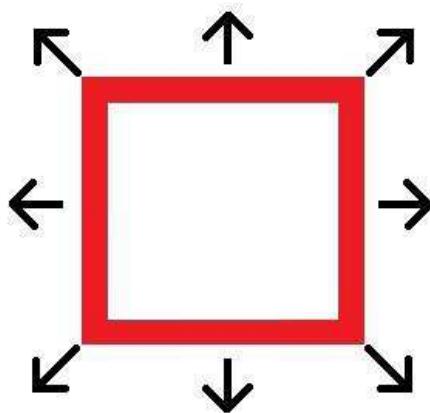


Рисунок 13 – направления смещения окрестности точки в детекторе Moravec

Такой детектор обеспечивает низкую инвариантность к различным изменениям окрестности точки, а именно, основными недостатками являются обнаружение ложных характерных точек при:

- повороте изображения;
- наличии большого количества диагональных линий;
- наличии кривых линий;
- перепадов яркостей изображения;

Более современные детекторы углов устойчивы к различным изменениям изображения, будь то:

- аффинные преобразования;
- освещенность;
- поворот;
- шум;

Такие детекторы обеспечивают инвариантность нахождения одних и тех же характерных точек относительно преобразования изображения.

Инвариантность характерных точек определяют дескрипторы – идентификаторы, выделяющие особую точку из множества других особых точек. Простейший пример дескриптора – сама окрестность характерной точки, записанная в виде вектора.

Следующей задачей является кластеризация характерных точек и построение трёхмерной сцены. Идея предлагаемого подхода состоит в том, чтобы предварительно грубо сравнить набор характерных точек одного кадра видео потока с другим кадром, чтобы получить пространственное расстояние до точек. Данная процедура позволяет выделить набор характерных точек в группу и соотнести их с объектом в реальном мире. В ArCore выделяется один тип объектов – плоскости.

Выделенный набор точек в плоскость, это минимальный и достаточный набор данных, позволяющий разместить на нем объект, так чтобы он был определённо ориентирован в пространстве. На рисунке 14 область, подсвеченная точками, является набором характерных точек, выделанная в плоскость (На рисунке точками изображается плоскость, данные точки не являются характерными точками).



Рисунок 14 – кластер точек, выделенный в плоскость

3.2. Мобильный клиент

В разделе 2.3.2 нами был спроектирован пользовательский интерфейс мобильного приложения, на основании этих данных мы можем выделить 5 основных Activity, которые будут присутствовать в приложении.

NavigationActivity. Главное Activity, через которое осуществляется навигация по всему приложению. Также, содержит фрагменты со списками предметных областей.

LoginActivity. Позволяет пользователю авторизоваться в системе. Авторизированный пользователь получает:

- доступ к созданным собой, через Web-интерфейс, предметным областям;
- возможность оставлять отзыв чужим предметным областям;

ZBarActivity. Данное Activity позволяет отсканировать Qr код предметной области и осуществить быстрый переход к полной информации о ней.

DomainObjectActivity. Данное Activity предоставляет развернутую информацию об предметной области, такую как:

- развернутое описание;
- количество AR объектов, доступных для простора в дополненной реальности;
- рейтинг предметной области, рассчитанный на основании отзывов пользователей;
- количество отзывов;
- автор, составивший предметную область;

Также, из данной Activity доступен переход к просмотру AR моделей в дополненной реальности.

ArCoreActivity. Activity осуществляет просмотр AR моделей в дополненной реальности и их описания, а также предоставляет интерфейс для переключения между ними.

На рисунке 15 представлена общая схема связи модулей.

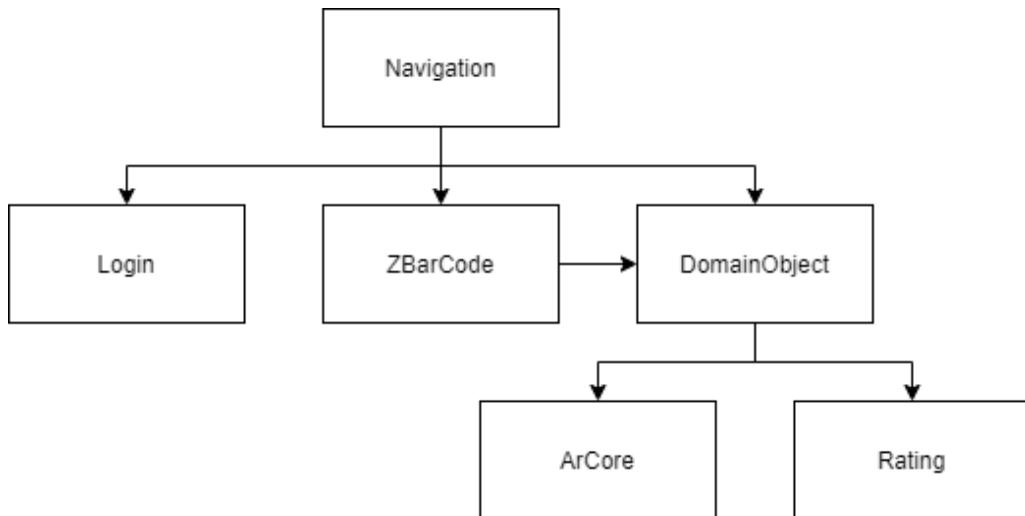


Рисунок 15 – общая схема связей модулей приложения

3.2.1. Описание модулей

3.2.1.1. **NavigationActivity**

NavigationActivity встречает пользователя при открытии приложения. Данное Activity включает в себя:

Sidebar. Содержащее основные разделы, по которым может перемещаться пользователь.

Tollbar. Содержащая кнопку раскрытия меню и кнопку перехода на страницу сканирования Qr кода.

Fragment. Является областью, в которую подставляется фрагмент интерфейса в зависимости от выбранного пункта меню. В приложении имеется два фрагмента использующиеся в NavigationActivity. Визуально

данные фрагменты не отличаются друг от друга, их отличие в том, какую логику они реализуют:

- AllDomainObjectsFragment – список всех предметных областей, доступных в приложении;
- MyDomainObjectsFragment – список предметных областей, которые создал авторизованный в приложении пользователь. Данный фрагмент, как и пункт в меню, ему соответствующий, доступен только после авторизации в мобильном приложении;

Рассмотрим подробнее один из фрагментов, а именно AllDomainObjectsFragment.

3.2.1.2. AllDomainObjectsFragment

Фрагмент AllDomainObjectsFragment отвечает за отображение списка всех предметных областей в виде списка, полученного через API сервера. На рисунке 16 представлена диаграмма классов, реализующая логику данного фрагмента.

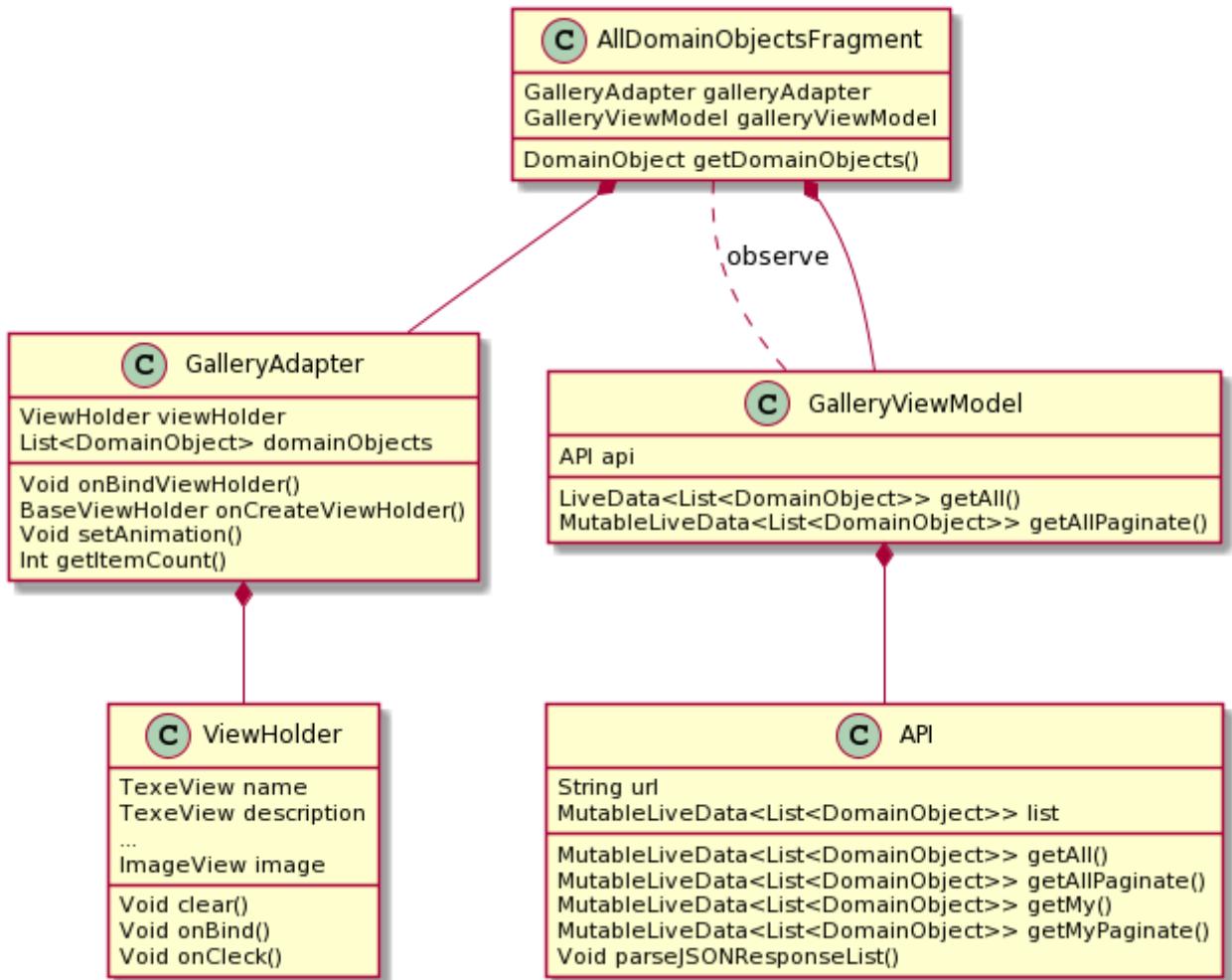


Рисунок 16 – диаграмма классов фрагмента AllDomainObjectsFragment

Класс **Fragment** - базовый класс, от которого наследуется `AllDomainObjectsFragment`.

Класс **AllDomainObjectsFragment** - главный класс нашего фрагмента, инициализирует вызов функций отвечающих за получение предметных областей с сервера, а также настраивает отображение списка предметных областей.

Класс **GalleryViewModel** – класс наследуется от класса `ViewModel` и позволяет сохранять состояние объекта, когда пользователь переворачивает экран или временно уходит на другую вкладку. В данном случае это позволяет избежать дополнительных запросов на сервер.

Класс **API** реализует методы позволяющие осуществить запрос к удаленному серверу. В листинге 1 представлен JSON ответ с сервера.

Листинг 1 – JSON ответ с сервера на получение списка предметных областей

```
{
    "domain_objects": [
        {
            "id": 21,
            "name": "Солнечная система",
            "briefly_description": "<b>Солнечная система</b> – планетная...",
            "expanded_description": "Солнечная система – планетная система...",
            "rating": 0,
            "author_id": 1,
            "img_url":
                "45.80.69.233/storage/domain_object_images/EYIqKY.jpeg",
            "active": 0,
            "created_at": "2020-05-23T17:51:15.000000Z",
            "updated_at": "2020-05-23T17:51:15.000000Z",
            "presentations_count": 2,
            "reviews_count": 0
        },
        {
            "id": 31,
            "name": "Животные Африки",
            "briefly_description": "Здесь вы увидите различных ...",
            "expanded_description": "<div>Животный мир страны ...",
            "rating": 0,
            "author_id": 1,
            "img_url":
                "45.80.69.233/storage/domain_object_images/Tees1Hbv.jpeg",
            "active": 0,
            "created_at": "2020-06-03T16:48:42.000000Z",
            "updated_at": "2020-06-03T16:48:42.000000Z",
            "presentations_count": 4,
            "reviews_count": 0
        }
    ]
}
```

Объект `domain_objects`, полученный с сервера, представляет из себя массив со списком объектов предметных областей. Каждая предметная область содержит одинаковые поля:

- `id` – идентификатор. Через идентификатор в дальнейшем происходит получение списка представлений, привязанных к этой предметной области, а также привязка оставленного пользователем отзыва;
- `name` – название предметной области;
- `briefly_description` – краткое описание предметной области. Краткое описание отображается в элементе списка предметных областей;

- `expanded_description` – Развернутое описание предметной области. Развернутое описание отображается в карточке предметной области;
- `rating` – рейтинг предметной области. Рейтинг предметной области рассчитывается на основании оставленных пользователями отзывов;
- `author_id` – идентификатор создателя предметной области;
- `image_url` – ссылка на картинку предметной области. Картинка отображается в элементе списка предметных областей;
- `presentations_count` – количество представлений привязанных к предметной области;
- `reviews_count` – количество отзывов оставленных пользователями;

Класс **GalleryAdapter** – переопределенный адаптер списка, позволяет связать список предметных областей с визуальной частью.

Класс **ViewHolder** реализует элемент списка. В данном классе обрабатывается нажатие по элементу списка. Также данный класс реализует частичную загрузку элементов списка – находящихся в области видимости пользователя.

3.2.1.3. LoginActivity

LoginActivity отвечает за авторизацию пользователя в системе посредством получения токена авторизации из удаленного сервера (Рисунок 17).

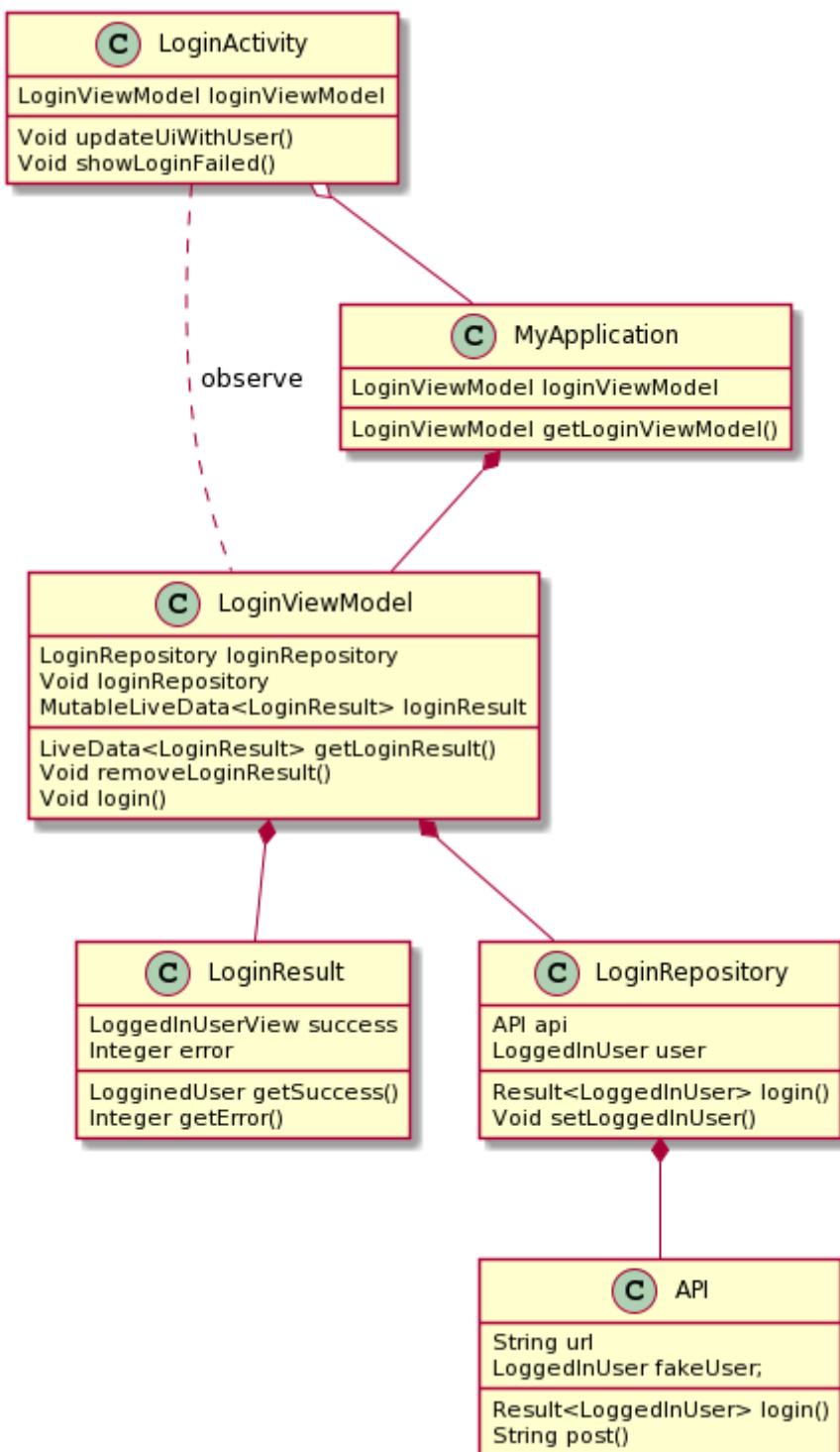


Рисунок 17 – диаграмма классов модуля авторизации

Класс **AppCompatActivity** - базовый класс, от которого наследуется **LoginActivity**. Предоставляет такие методы, как `onCreate()`, `onResume()`.

Класс **LoginActivity** - главный класс нашего фрагмента, предоставляет интерфейс и реализует логику авторизации.

Класс **MyApplication** – объект данного класса существует на протяжении всей жизни приложения и хранит объект `loginViewModel`. Для работы с авторизованным пользователем во всем приложении используется именно этот класс.

Класс **LoginViewModel** - класс наследуется от класса `ViewModel` и позволяет сохранять состояние объекта, когда пользователь переворачивает экран или временно уходит на другую вкладку. В данном случае это позволяет отслеживать состояние авторизованного пользователя

Класс **LoginResult** – информация об авторизованном пользователе, может хранить как положительный результат, в случае успешной авторизации пользователя, так и отрицательный результат, если пользователь авторизовался с ошибкой и ли не пытался авторизовываться вовсе.

Класс **LoginRepository** – класс отвечает за обработку результата, полученного с сервера.

Класс **API** – реализует методы позволяющие осуществить асинхронный запрос к удаленному серверу для получения информации авторизации. В листинге 2 представлен JSON ответ с сервера.

Листинг 2 – JSON ответ с сервера на получение информации авторизации

```
{  
    "success": true,  
    "token": "Bearer  
eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJSUzI1NiJ9.eyJhdWQiOiIxIiwianRpIjoiN2E1OGI5YTBmOTUy  
YTcyN2E4NDEyZTQyOWV1OGE4NTcxZWZmYzIzN2ExODI3NjNhMmQ3ZDFjODVhYWRkNzRmODgyYzk3Z  
jczNDkwNjI0YTeilCJpYXQiOje1OTE0NjExNDYsIm5iZiI6MTU5MTQ2MTE0NiwiZXhwIjoxNjIyOT  
k3MTQ2LCJzdWIiOiIxIiwic2NvcGVzIjpBX0.I12cMuu3wE4AdJYwmb10N9auf3YfILJ_qMiWv95  
7FEfk3nuXyN_bfLuFkaUszc3f5V_30x1efqiOd79wJH99fkZmk-  
Bn61jJubhL_MNmUnLND0K5ywexLgE00Uc4Uuj9fTQUWI_33ErxQ5UdBFxsRRA95eCgrlzO6kwjBWz  
WtNdluwlerz5YgGPn_2hlb1N_b-yDvfZm0010c9hOL-GUeQ5IZWnTSBUJX4",  
    "expires_at": "2021-05-02 16:32:26",  
    "role": "ADMIN"  
}
```

3.2.1.4. DomainObjectActivity

DomainObjectActivity отвечает за отображение полной информации о предметной области (Рисунок 18).

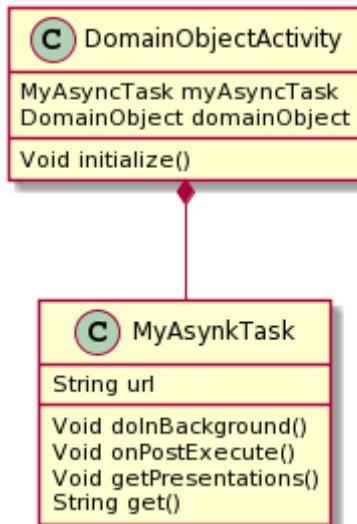


Рисунок 18 – диаграмма классов модуля объектной области

Класс **AppCompatActivity** - базовый класс, от которого наследуется **LoginActivity**.

Класс **DomainObjectActivity** - главный класс нашего фрагмента, предоставляет интерфейс и реализует.

Класс **MyAsyncTask** – реализует методы позволяющие осуществить запрос к удаленному серверу для получения полной информации об объекте предметной области. В листинге 3 представлен JSON ответ с сервера.

Листинг 3 – JSON ответ с сервера на получение полной информации о предметной области

```
{  
    "domain_object": {  
        "id": 21,  
        "name": "Солнечная система",  
        "briefly_description": "<b>Солнечная система</b> – планетная система, включает в себя центральную звезду – Солнце – и все естественные космические объекты, вращающиеся вокруг Солнца.",  
        "expanded_description": "Общая масса Солнечной системы ...",  
        "rating": 0,  
        "author_id": 1,  
        "img_url":  
            "storage/domain_object_images/EYIqKYPx8sZsAzAeFyHlMi4tk4Tyy188CEgmzR2a.jpeg",  
        "active": 0,  
        "created_at": "2020-05-23T17:51:15.000000Z",  
        "updated_at": "2020-05-23T17:51:15.000000Z",  
        "reviews_count": 0  
    }  
}
```

3.2.1.5. ArCoreActivity

ArCoreActivity реализует отображение 3D модели в дополненной реальности и отображает краткую информацию о ней (Рисунок 19).

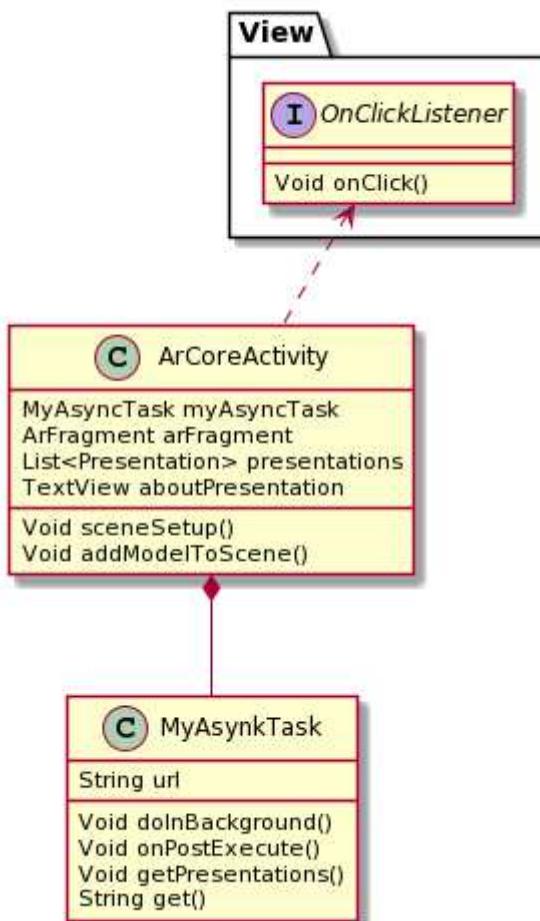


Рисунок 19 – диаграмма классов модуля дополненной реальности

Класс **AppCompatActivity** - базовый класс, от которого наследуется **ArCoreActivity**.

Класс **DomainObjectActivity** - главный класс нашего фрагмента, предоставляет интерфейс и реализует.

Класс **MyAsyncTask** – реализует методы позволяющие осуществить запрос к удаленному серверу для получения списка 3D моделей сервера. В листинге 4 представлен JSON ответ с сервера.

Листинг 4 – JSON ответ с сервера на получение списка предметных областей

```
{  
    "representations": [  
        {  
            "name": "Луна",  
            "description": "Луна – единственный естественный спутник ...",  
            "original_model_url":  
                "http://45.80.69.233/storage/ar_3d_models/original/nUMoXPDS0mP.fbx",  
                "sbf_model_url":  
                    "http://45.80.69.233/storage/ar_3d_models/sfb/nUMoXPDS0mPQKxxH.sfb"  
            },  
            {  
                "name": "Марс",  
                "description": "Марс – четвёртая по удалённости ...",  
                "original_model_url":  
                    "http://45.80.69.233/storage/ar_3d_models/original/9bF82j7e2Po.fbx",  
                    "sbf_model_url":  
                        "http://45.80.69.233/storage/ar_3d_models/sfb/9bF82j7e2PoC3bLb.sfb"  
            }  
        ]  
    }
```

3.3. Загрузка 3D моделей

Библиотека Sceneform свой собственный тип файлов для описания 3D объект – SFB. Данный файл можно сконвертировать из нескольких распространённых типов файлов, таких как: FBX, OBJ, glTF. Изначально, библиотека поддерживает только ручную генерацию через интерфейс IDE Android Studio (Рисунок 20, 21)

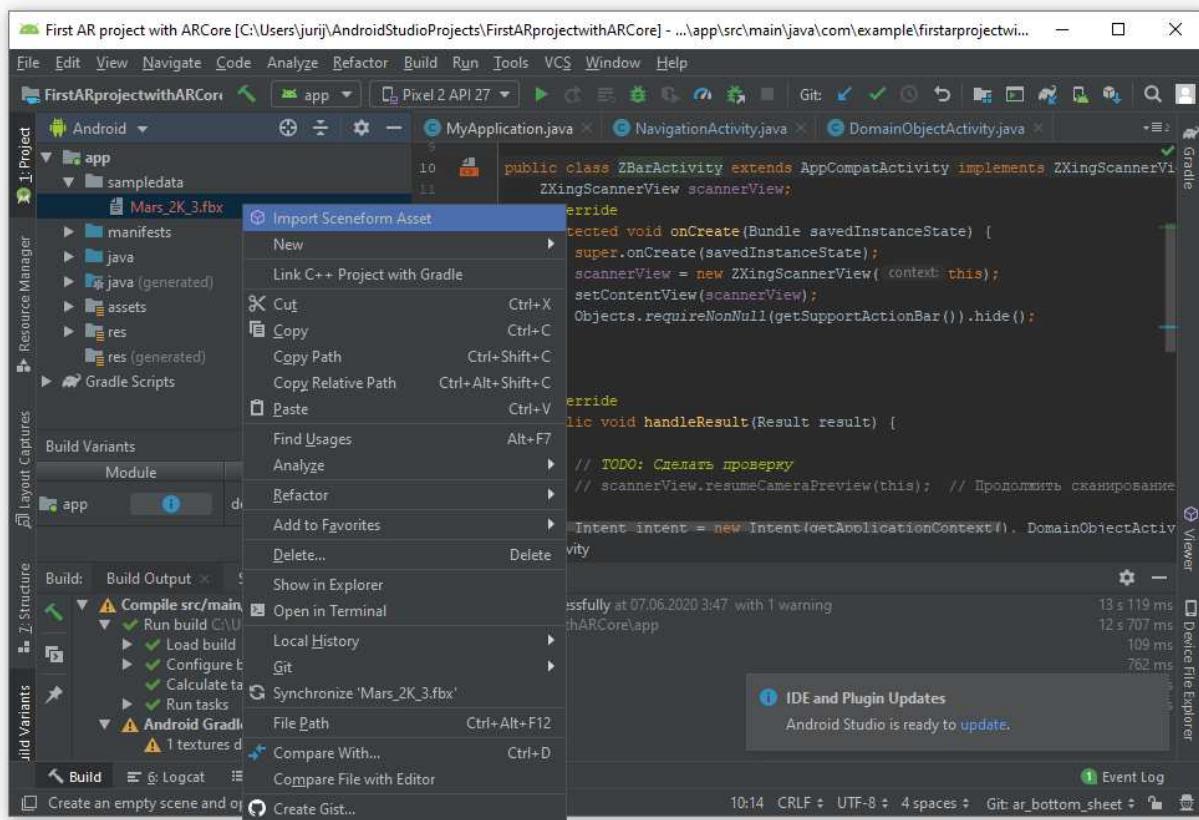


Рисунок 20 – Импорт 3D модели в приложение

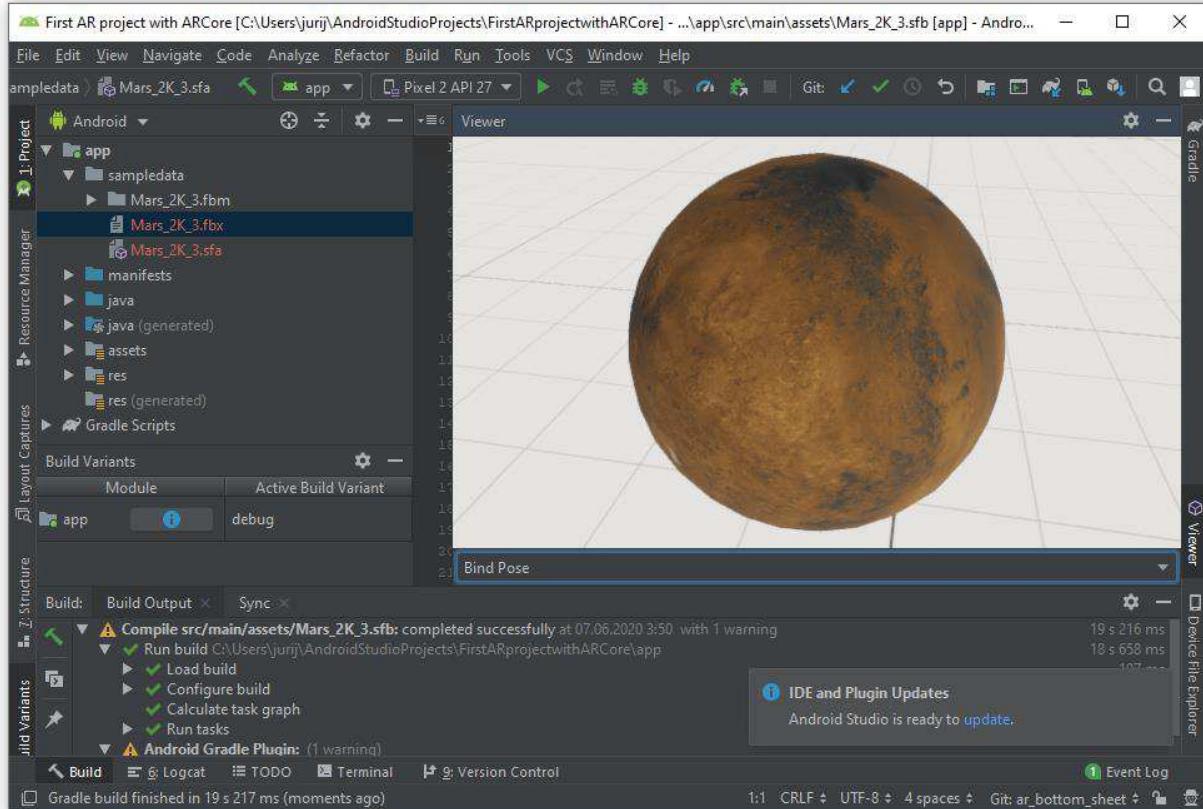


Рисунок 21 – Импортированная 3D модель

Одна из важных особенностей разрабатываемого приложения заключается в динамическом добавлении 3D моделей в приложение через веб интерфейс, поэтому предлагаемый способ конвертации моделей нам не подходит, так как пользователю придется скачать Android Studio и выполнить конвертацию модели в ней. Для решения данной проблемы было принято решение вытащить скрипт формирования SFB файла из IDE Android Studio и поместить его на сервер, запуская его в момент добавления модели на сайте.

3.4. Вывод

В данной главе были разобраны принципы и алгоритмы работы дополненной реальности в библиотеке ARCore. Также были выделены и разобраны основные модули мобильного приложения.

4. Руководство пользователя

4.1. Установка и настройка

Приложение доступно для скачивания из Google Play Store или установку напрямую через apk файл. В приложении не будет доступна возможность просматривать 3D модели в дополненной реальности, если телефон не поддерживает технологию ARCore.

4.2. Демонстрация мобильного клиента

После запуска приложения пользователю открывается модуль навигации на который выводится список всех предметных областей, в данном модуле доступно меню для переключения между вкладками “Все модели”, “Мои модели” и “Войти” также пользователю доступна возможность перейти на экран сканирования Qr кода.(Рисунок 22).



≡ Все

Солнечная система
Солнечная система – планетная система, включает в себя центральную звезду – Солнце – и все естественные космические ...
0.0 ★ 2 ⚒ - ⏷

Животные Африки
Здесь вы увидите различных животных, которых можно встретить в Африке
0.0 ★ 4 ⚒ - ⏷



Рисунок 22 – главный экран приложения

Для навигации по приложению пользователю доступно меню, из него он может перейти во вкладку авторизации. Также, после авторизации в системе пользователю станет доступна вкладка “Мои”, в которой будут отображаться созданные им предметные области (Рисунок 23).

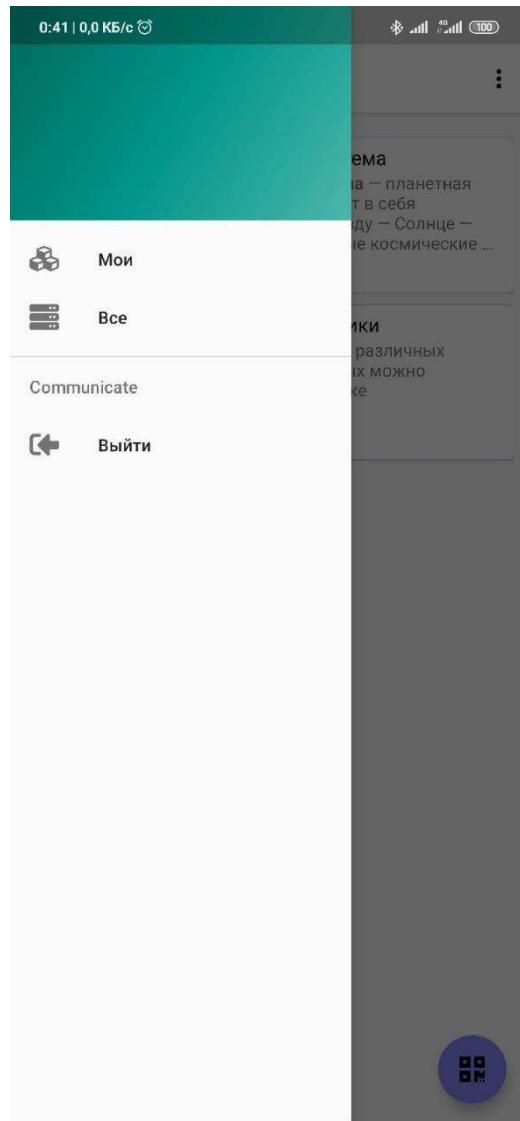


Рисунок 23 – меню навигации

Перейдя в карточку предметной области, становится доступной полная информация о ней. Также есть кнопка, по нажатии на которую открывается окно в которой можно просмотреть 3D модели в дополненной реальности (Рисунок 24).



Солнечная система

0.0 ★ 2 ⚡ 0

Солнечная система – планетная система, включает в себя центральную звезду – Солнце – и все естественные космические объекты, вращающиеся вокруг Солнца. Она сформировалась путём гравитационного сжатия газопылевого облака примерно 4,57 млрд лет назад.

Общая масса Солнечной системы составляет около 1,0014 М. Большая часть её приходится на Солнце; оставшаяся часть практически полностью содержится в восьми отдалённых друг от друга планетах, имеющих близкие к круговым орбиты, лежащие почти в одной плоскости – плоскости эклиптики. Из-за этого наблюдается противоречащее ожидаемому распределение момента импульса между Солнцем и планетами: всего 2 % общего момента системы приходится на долю Солнца, масса которого в ~740 раз больше общей массы планет, а остальные 98 % – на ~0,001 общей массы Солнечной системы.

[К дополненной реальности](#)

Рисунок 24 – просмотр подробной информации о предметной области

По нажатии на кнопку “К дополненной реальности” пользователю открывается окно, в котором он может просмотреть 3D модели предметной области в дополненной реальности, каждая модель сопровождается кратким текстовым описанием (Рисунок 25).



Марс – четвёртая по удалённости от Солнца и седьмая по размерам планета Солнечной системы; масса планеты составляет 10,7 % массы Земли. Названа в честь Марса – древнеримского бога войны, соответствующего древнегреческому Аресу. Иногда Марс называют «красной планетой» из-за красноватого оттенка поверхности.

Марс – планета земной группы с разреженной атмосферой (давление у поверхности в 160 раз меньше земного). Особенностями поверхностного рельефа Марса можно считать ударные кратеры наподобие лунных, а также вулканы, долины, пустыни и полярные ледниковые шапки наподобие земных.

У Марса есть два естественных спутника – Фобос и Деймос (в переводе с древнегреческого – «страх» и

Рисунок 25 – просмотр подробной информации о предметной области

Из меню навигации пользователь может перейти в окно авторизации (Рисунок 26). После авторизации пользователю станет доступен дополнительный функционал.



Рисунок 26 – Авторизация в системе

4.3. Демонстрация Web-клиента

На сайте, во вкладке “AR объекты” пользователю доступна таблица со списком предметных областей (Рисунок 27). Через эту же вкладку пользователь может добавить новую предметную область нажав по кнопке “Создать”.

The screenshot shows a web browser window titled 'AdminLTE'. The address bar indicates the URL is '45.80.69.233/admin/domain_objects'. The left sidebar has a dark theme with white text and icons. It includes sections for 'УПРАВЛЕНИЕ' (Management), 'Пользователи' (Users), and 'AR Объекты' (AR Objects), which is currently selected and highlighted in blue. Below these are 'ДРУГОЕ' (Other) and 'На основной сайт' (To main site). The main content area is titled 'Объекты предметной области' (Domain Object Objects). It displays a table with two rows:

| Nº | Название | Представления | ★ |
|----|-----------------------------------|---------------|---|
| 1. | Солнечная система | 2 | |
| 1. | Животные Африки | 4 | |

A green button labeled '+ Создать' (Create New) is located at the top right of the table area. The browser's toolbar and status bar are visible at the top and bottom respectively.

Рисунок 27 – список созданных предметных областей

При создании предметной области пользователь должен указать название, краткое описание, которое будет отображаться в списке, развернутое описание, которое будет отображаться при открытии карточки предметной области, а также изображение (Рисунок 28).

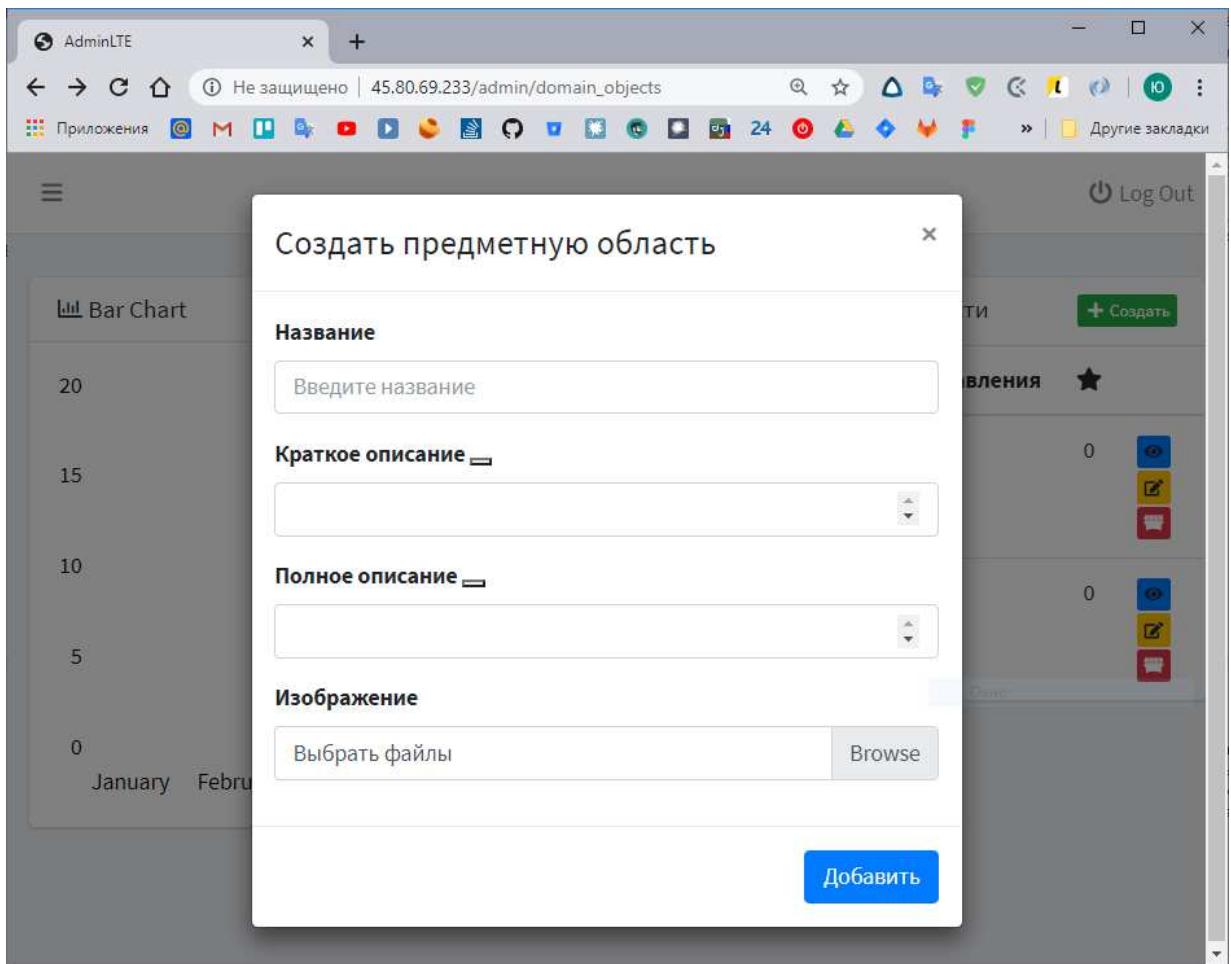


Рисунок 28 – добавление предметной области

После создания предметной области пользователю нужно перейти на страницу с каточкой этой предметной области и добавить 3d модели, в формате fbx, с их описанием (Рисунок 29).

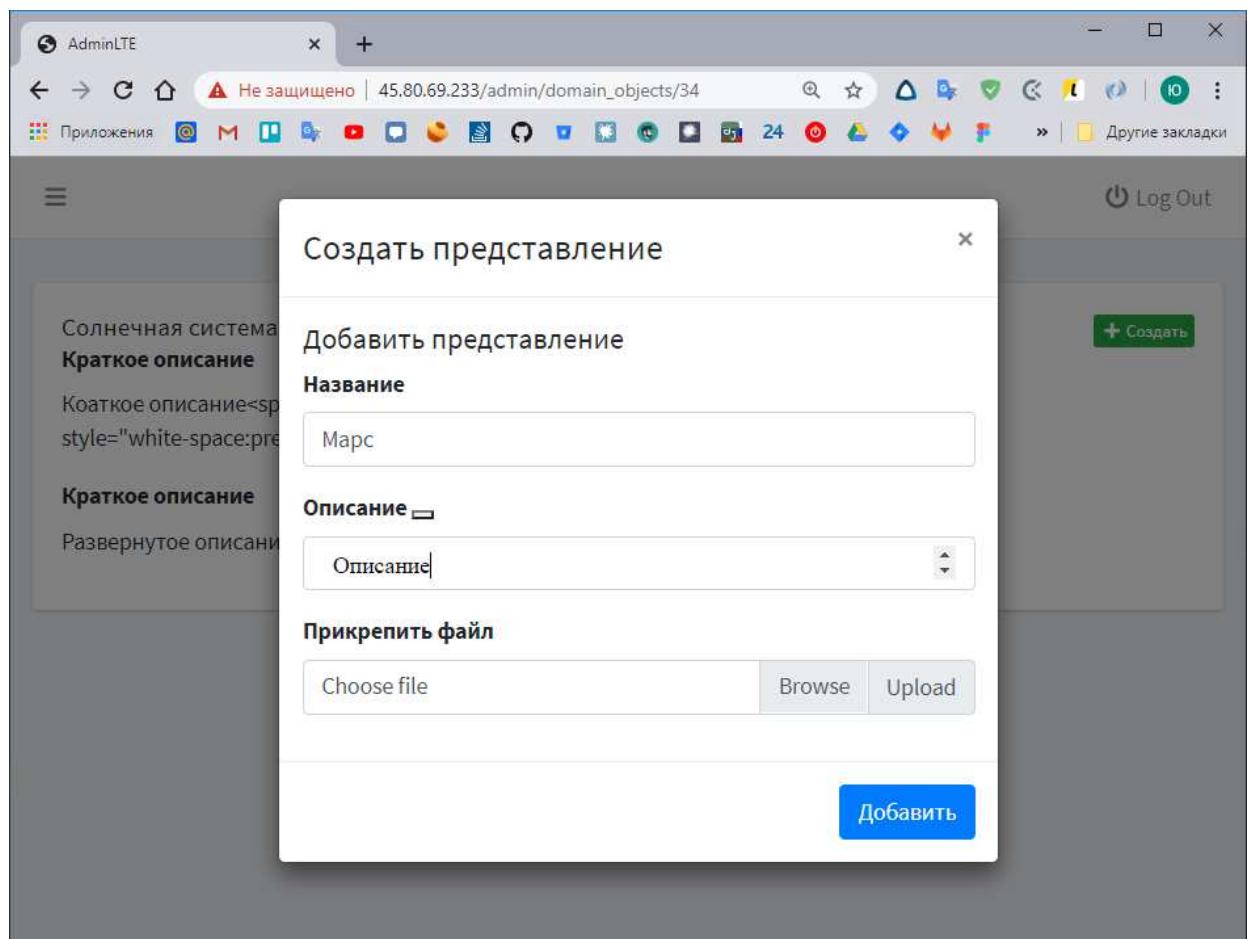


Рисунок 29 – создание представления для предметной области

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы были изучены принципы работы дополненной реальности. Получены практические навыки разработки мобильных и Web приложений, а также навыки проектирования и работы с базой данных.

Разработано мобильное приложение, позволяющее:

1. просматривать 3D модели в дополненной реальности;
2. просматривать краткую информации о 3D моделях;
3. осуществлять поиск по 3D моделям;
4. находить 3D модели по QR коду;

Разработано Web приложение, позволяющее:

1. создавать предметные области с возможностью загружать 3D модели и описание к ним;
2. редактировать предметные области;

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. AR Liver Viwer [Электронный ресурс]
<https://augmentedreality.by/apps/ar-liver-viewer/>
2. 4D Anatomy [Электронный ресурс] <http://arkids.cards/anatomy-en>
3. IKEA AR [Электронный ресурс]
<https://www.ikea.com/gb/en/customer-service/mobile-apps/>
4. Vuforia [Электронный ресурс] <https://developer.vuforia.com/>
5. AR Core [Электронный ресурс] <https://developers.google.com/ar>
6. Официальный сайт с документацией по разработке под android
[Электронный ресурс] <https://developer.android.com/docs>
7. Форум программистов StackOverflow [Электронный ресурс]
<https://stackoverflow.com/>
8. Блог android разработчика Александра Климова [Электронный
ресурс] <http://developer.alexanderklimov.ru/android/theory/adapters.php>
9. AndroidWave блог о разработке под Android [Электронный ресурс]
<https://androidwave.com/working-with-livedata/>
10. Vuforia: немного магии в нашей реальности [Электронный ресурс]
<https://habr.com/ru/>
11. Обзор методов и алгоритмов обработки машинного зрения
[Электронный ресурс] <http://elibrary.ru>
12. Разработка серверной части веб-приложения [Электронный ресурс]
<http://elibrary.ru>
13. Laravel Framework [Электронный ресурс] <https://laravel.com/>

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
О. В. Непомнящий
Подпись инициалы, фамилия

« _____ » 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.01 Информатика и вычислительная техника
код и наименование специальности

Образовательное мобильное приложение дополненной
реальности
тема

Руководитель

Гаев
подпись, дата

доцент, канд. техн. наук
должность, ученая степень

А.И. Постников
инициалы, фамилия

Консультант

Матковский
подпись, дата

старший преподаватель
должность, ученая степень

И.В. Матковский
инициалы, фамилия

Выпускник

Бахтин 25.06.2020
подпись, дата

Ю.М. Бахтин
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Нов
подпись, дата

старший преподаватель
должность, ученая степень

И.В. Матковский
инициалы, фамилия

Красноярск 2020