**СОДЕРЖАНИЕ**

[**ВВЕДЕНИЕ** 3](#_Toc196518812)

[**1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОБИЛЬНОЙ РАЗРАБОТКИ** 5](#_Toc196518813)

[**1.1 Операционная система Android** 5](#_Toc196518814)

[**1.1.1 Архитектура Android и управление компонентами** 6](#_Toc196518815)

[**1.1.2 Жизненный цикл компонентов и управление состоянием** 7](#_Toc196518816)

[**1.1.3 Оптимизация работы и использование ресурсов** 8](#_Toc196518817)

[**1.1.4 Компоненты Android-приложения** 9](#_Toc196518818)

[**1.1.5 Примеры успешного применения Android** 9](#_Toc196518819)

[**1.2 Язык программирования Kotlin** 10](#_Toc196518820)

[**1.2.1 История возникновения и развитие Kotlin** 10](#_Toc196518821)

[**1.2.2 Основные синтаксические особенности Kotlin** 11](#_Toc196518822)

[**1.2.3 Коррутины как инструмент асинхронного программирования** 12](#_Toc196518823)

[**1.2.4 Многоплатформенная разработка с Kotlin** 13](#_Toc196518824)

[**1.3 Архитектурные паттерны и современные подходы в Android-разработке** 13](#_Toc196518825)

[**1.3.1 Роль архитектурных паттернов в построении приложений** 13](#_Toc196518826)

[**1.3.2 Подробное рассмотрение паттерна MVVM** 14](#_Toc196518827)

[**1.3.3 Внедрение зависимостей с помощью Hilt** 14](#_Toc196518828)

[**1.3.4 Асинхронное программирование и использование корутин** 15](#_Toc196518829)

[**1.3.5 Декларативный подход к разработке UI с Jetpack Compose** 15](#_Toc196518830)

[**1.3.6 Сравнение с альтернативными архитектурными подходами** 16](#_Toc196518831)

[**1.3.7 Перспективы и будущее архитектурных решений в Android** 17](#_Toc196518832)

[**2 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ** 19](#_Toc196518833)

[**1 Общая архитектура приложения (MVVM, Hilt, Navigation Compose)** 19](#_Toc196518834)

[**2 Экраны пользовательского интерфейса** 22](#_Toc196518835)

[**2.1. LoginScreen (Экран входа)** 23](#_Toc196518836)

[**2.2 RegisterScreen (Экран регистрации)** 24](#_Toc196518837)

[**2.3. ProfileScreen (Экран профиля пользователя)** 26](#_Toc196518838)

[**2.4. PersonListScreen (Список пропавших людей)** 27](#_Toc196518839)

[**2.5. PersonDetailScreen (Экран деталей о человеке)** 30](#_Toc196518840)

[**2.6. RecognitionScreen (Экран поиска по фотографии)** 32](#_Toc196518841)

[**2.7. NotificationSettingsScreen (Экран настроек уведомлений)** 36](#_Toc196518842)

[**2.8. EditPersonScreen (Экран добавления/редактирования записи о пропавшем)** 39](#_Toc196518843)

[**3. Работа с Firebase (Auth, Firestore, Storage, Messaging)** 41](#_Toc196518844)

[**4. Реализация поиска людей по фотографии (ML Kit, анализ и сопоставление)** 47](#_Toc196518845)

[**5. Геолокация и фильтрация по расстоянию** 51](#_Toc196518846)

[**6. Push-уведомления: настройки, права и области действия** 54](#_Toc196518847)

[**7. Используемые библиотеки и их роль** 58](#_Toc196518848)

[**3 ТЕСТИРОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ** 65](#_Toc196518849)

[**ЗАКЛЮЧЕНИЕ** 95](#_Toc196518850)

[**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ** 97](#_Toc196518851)

[**ПРИЛОЖЕНИЕ А** 99](#_Toc196518852)

[**ПРИЛОЖЕНИЕ Б** 103](#_Toc196518853)

[**ПРИЛОЖЕНИЕ B** 111](#_Toc196518854)

[**ПРИЛОЖЕНИЕ Г** 116](#_Toc196518855)

# ВВЕДЕНИЕ

В современном мире проблема пропажи людей остаётся одной из наиболее острых социальных проблем. Ежегодно тысячи людей оказываются в затруднительном положении, и оперативное реагирование – это не только вопрос безопасности, но и возможность спасти жизнь. Примеры успешного использования мобильных приложений в поисково-спасательных операциях (например, приложение «Поисковый центр» от поисково-спасательного отряда «ЛизаАлерт») демонстрируют, что современные технологии способны существенно ускорить процесс обнаружения пропавших и координации действий волонтёров.

Цель настоящей работы заключается в разработке Android-приложения, которое объединяет функциональность распознавания лица (по фотографии), определения геолокации, получения и отправки уведомлений, а также хранения и обмена данными через облачные сервисы Firebase. Приложение призвано помочь оперативно идентифицировать пропавших людей, оповещать родственников и координировать действия волонтёров.

В работе рассматриваются следующие вопросы:

**Теоретическая часть**: описание платформы Android, преимущества языка Kotlin, анализ архитектурных паттернов (MVVM, Dependency Injection) и современных подходов (использование корутин, декларативный UI через Jetpack Compose).

**Практическая реализация**: выбор архитектуры проекта, интеграция с внешними сервисами (Firebase, ML Kit, Google Maps, Fused Location Provider), подробное описание реализации функционала (поиск по фото, геолокация, уведомления, аутентификация) с использованием набора актуальных библиотек.

**Тестирование**: описание методик модульного, интеграционного, UI-тестирования, а также результаты ручного тестирования на различных устройствах, анализ стабильности работы приложения и выявление возможных узких мест.

# 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОБИЛЬНОЙ РАЗРАБОТКИ

## 1.1 Операционная система Android

История и развитие Android

Android – это операционная система с открытым исходным кодом, разработанная компанией Google, чьё развитие началось в 2005 году после приобретения стартапа. Первоначально задуманная как система для цифровых камер, она быстро эволюционировала в полноценную платформу для смартфонов, планшетов, носимых устройств, телевизоров и автомобильных систем. Первый коммерческий релиз состоялся в 2008 году, и с тех пор Android претерпел множество изменений. Каждая новая версия системы приносила улучшения в плане производительности, безопасности и функциональных возможностей. Среди ключевых вех можно выделить появление версии Froyo, которая представила возможность использования Flash, затем Gingerbread с улучшениями в плане энергоэффективности, Ice Cream Sandwich – с переработанным интерфейсом, а также версии Lollipop, Marshmallow, Nougat, Oreo, Pie и новейшие релизы Android 10, 11, 12, 13 и 14, которые активно внедряют новые технологии искусственного интеллекта, машинного обучения и адаптивного интерфейса.

Одной из причин стремительного развития Android является его модульная архитектура. Использование ядра Linux позволяет системе иметь высокий уровень стабильности, гибкость в управлении ресурсами и эффективное использование аппаратных возможностей устройств. Благодаря открытости кода разработчики со всего мира вносят свои улучшения, что способствует быстрому появлению новых функций и исправлению ошибок. Открытый характер системы делает её привлекательной для производителей, что приводит к широкому разнообразию устройств с разными характеристиками.

### **1.1.1 Архитектура Android и управление компонентами**

Android построен по принципу многоуровневой архитектуры, где каждый слой выполняет определённые функции и взаимодействует с соседними. Рассмотрим основные уровни системы:

**Ядро Linux.** Ядро Linux является фундаментом Android и обеспечивает управление процессами, памятью, файловой системой и драйверами оборудования. Оно отвечает за распределение ресурсов между запущенными процессами, обработку системных вызовов и поддержку сетевых протоколов. Благодаря использованию ядра Linux, Android получает высокую стабильность и безопасность, а также возможность работы на самых разных аппаратных платформах.

**Нативные библиотеки и Android Runtime (ART).** На этом уровне располагаются ключевые библиотеки, обеспечивающие работу графики (OpenGL), баз данных (SQLite), веб-браузинга (WebKit) и других системных функций. Android Runtime (ART) выполняет компиляцию байткода в машинный код и обеспечивает оптимизацию выполнения приложений. ART пришёл на смену Dalvik, улучшив производительность, сокращая время запуска приложений и снижая энергопотребление.

**Фреймворк приложений.** Фреймворк предоставляет разработчикам богатый набор API для создания пользовательских интерфейсов, работы с мультимедиа, доступом к ресурсам устройства и взаимодействия с аппаратными компонентами. Здесь находятся такие менеджеры, как Activity Manager, Window Manager, Content Providers и другие, которые управляют жизненным циклом компонентов приложения. Этот уровень позволяет абстрагироваться от низкоуровневых операций и сконцентрироваться на бизнес-логике и пользовательском опыте.

**Приложения.** Самый верхний уровень системы – это установленные приложения, каждое из которых работает в отдельном процессе благодаря механизму песочницы (sandbox). Изоляция приложений повышает безопасность, так как одно приложение не имеет прямого доступа к данным другого. Кроме того, Android позволяет запускать несколько приложений одновременно, эффективно распределяя ресурсы между ними.

Эта многоуровневая архитектура позволяет гибко масштабировать систему, обеспечивает стабильность и безопасность, а также позволяет разработчикам использовать высокоуровневые абстракции для создания сложных приложений.

### **1.1.2 Жизненный цикл компонентов и управление состоянием**

Одной из основных особенностей разработки под Android является управление жизненным циклом компонентов. Каждый компонент приложения (Activity, Fragment, Service, Broadcast Receiver) имеет определённый набор методов, вызываемых системой в зависимости от состояния приложения. Например, жизненный цикл Activity включает следующие ключевые методы:

**onCreate()** – метод, вызываемый при первом создании Activity. Здесь происходит инициализация компонентов, установка макета и первичная настройка данных.

**onStart()** – метод, сигнализирующий о том, что Activity становится видимым пользователю.

**onResume()** – метод, вызываемый, когда Activity переходит в активное состояние и готова к взаимодействию.

**onPause()** – метод, сигнализирующий о том, что Activity переходит в фон. Здесь важно сохранить временное состояние.

**onStop()** – метод, когда Activity полностью скрыта от пользователя.

**onDestroy()** – метод, вызываемый при окончательном завершении работы Activity. Здесь происходит освобождение ресурсов.

Правильное управление жизненным циклом позволяет избежать утечек памяти, сохранить пользовательские данные при изменении конфигурации (например, при повороте экрана) и обеспечить плавное переключение между компонентами. Разработчику необходимо учитывать, что система может уничтожать компоненты для освобождения памяти, поэтому важно использовать методы сохранения состояния, такие как onSaveInstanceState().

### **1.1.3 Оптимизация работы и использование ресурсов**

Мобильные устройства обладают ограниченными ресурсами: оперативной памятью, энергией батареи и вычислительной мощностью. Поэтому разработчики Android-приложений уделяют особое внимание оптимизации. Некоторые ключевые аспекты включают:

**Оптимизацию UI.** Использование таких компонентов, как RecyclerView или LazyColumn в Jetpack Compose, позволяет эффективно отображать большие списки данных без значительного расхода памяти. Применение кэширования изображений через библиотеки, например, Coil, снижает нагрузку на сеть и ускоряет отображение.

**Асинхронные операции.** Все длительные операции (сетевые запросы, работа с базой данных, обработка изображений) должны выполняться вне главного потока, чтобы не блокировать интерфейс. Здесь на помощь приходят корутины, позволяющие писать асинхронный код в синхронном стиле.

**Управление памятью.** Хотя Android использует сборщик мусора, разработчикам необходимо избегать утечек памяти, особенно при работе с объектами, привязанными к жизненному циклу Activity или Fragment. Правильное управление ресурсами помогает поддерживать высокую производительность и стабильность приложения.

**Энергосбережение.** Учитывая ограниченный заряд батареи, разработчики оптимизируют сетевые запросы и интенсивные вычислительные операции, чтобы минимизировать энергопотребление. Это особенно важно для приложений, работающих в фоновом режиме или использующих геолокацию.

### **1.1.4 Компоненты Android-приложения**

Основные компоненты Android-приложения включают:

**Activity**: главный компонент, отвечающий за отображение интерфейса и обработку пользовательских действий.

**Fragment**: модульные части интерфейса, позволяющие гибко организовывать UI внутри Activity.

**Service**: фоновый компонент для выполнения длительных операций (например, загрузка данных, синхронизация, работа с геолокацией).

**Broadcast Receiver**: компонент, обрабатывающий широковещательные сообщения системы или других приложений.

**Content Provider**: компонент для обмена данными между приложениями.

Каждый компонент имеет свой жизненный цикл, который разработчик должен учитывать для правильного управления состоянием приложения и обеспечения отказоустойчивости в условиях нехватки памяти или смены конфигурации устройства.

### **1.1.5 Примеры успешного применения Android**

Среди успешных кейсов можно выделить:

**Приложения для общественной безопасности**: «ЛизаАлерт», «Поисковый центр», позволяющие координировать поисково-спасательные операции.

**Сервисы мониторинга здоровья**: приложения, интегрированные с носимыми устройствами, для отслеживания жизненно важных показателей.

**Образовательные и информационные сервисы**: приложения для дистанционного обучения, предоставляющие доступ к большому количеству контента.

Пример из практики показывает, что объединение геолокации, уведомлений и работы с данными в реальном времени позволяет оперативно реагировать на внештатные ситуации и спасать жизни.

## 1.2 Язык программирования Kotlin

### **1.2.1 История возникновения и развитие Kotlin**

Kotlin был создан компанией JetBrains в 2011 году, чтобы предоставить разработчикам более современный и удобный инструмент по сравнению с Java. Язык изначально задумывался как эксперимент, однако с течением времени получил всё больше внимания. В 2016 году язык официально стал поддерживаться для разработки под Android, а в 2017 году Google объявил о полной поддержке Kotlin на конференции Google I/O, что кардинально изменило облик мобильной разработки.

Ключевые вехи развития Kotlin включают:

**Ранние версии и экспериментальные возможности.** Первоначальные релизы языка фокусировались на лаконичном синтаксисе, безопасности типов и интеграции с инструментами JetBrains.

**Внедрение корутин и расширенных возможностей функционального программирования.** С появлением корутин разработка асинхронного кода стала намного проще и понятнее, что существенно сократило количество шаблонного кода.

**Многоплатформенность.** Kotlin Multiplatform позволяет писать общую логику для различных платформ – Android, iOS, веб и десктоп – что открывает новые возможности для кросс-платформенной разработки.

**Постоянное обновление и поддержка сообщества.** Благодаря активному сообществу и регулярным обновлениям язык продолжает развиваться, внедряя новые возможности, такие как inline-классы, улучшенные системы типов и поддержку DSL, что делает Kotlin мощным и гибким инструментом для разработки.

### **1.2.2 Основные синтаксические особенности Kotlin**

Одним из главных преимуществ Kotlin является его лаконичный и выразительный синтаксис. Рассмотрим основные элементы:

**Data-классы.** Ключевое слово data позволяет автоматически генерировать стандартные методы (equals, hashCode, toString, copy), что значительно сокращает объем кода при работе с моделями данных.

**Расширяемые функции и свойства.** Эти возможности позволяют добавлять новые функции к существующим классам без изменения их исходного кода. Это особенно полезно при интеграции сторонних библиотек.

**Система типов.** Kotlin имеет строгую систему типов, которая помогает избежать ошибок, связанных с null-значениями. Использование Nullable и Non-Nullable типов требует от разработчика явного указания, где возможно значение null.

**Лямбда-выражения и функции высшего порядка.** Поддержка функционального программирования позволяет писать компактный и понятный код для обработки коллекций, событий и асинхронных операций.

**Интерполяция строк.** Возможность вставлять значения переменных непосредственно в строковые литералы упрощает создание динамического текста и логирования.



Рисунок 1 - Пример использования data-класса.

### **1.2.3 Коррутины как инструмент асинхронного программирования**

Одной из революционных возможностей Kotlin стали корутины. Они позволяют писать асинхронный код, который выглядит как синхронный, что упрощает логику и снижает вероятность ошибок. Основные преимущества корутин:

**Легкость синтаксиса.** Вместо сложных цепочек колбэков можно использовать ключевое слово suspend и работать с результатами как с обычными значениями.

**Интеграция с жизненным циклом компонентов.** Использование viewModelScope позволяет автоматически отменять незавершенные операции при уничтожении компонента.

**Управление потоками.** Диспетчеры, такие как Dispatchers.IO и Dispatchers.Main, позволяют контролировать, в каком потоке выполняется код, что обеспечивает оптимальное распределение вычислительной нагрузки.

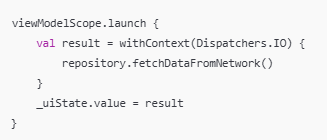


Рисунок 2 - Пример использования корутин в Kotlin для выполнения асинхронной задачи.

Этот код показывает, как легко можно выполнять сетевые запросы без блокировки основного потока, что улучшает отзывчивость приложения.

### **1.2.4 Многоплатформенная разработка с Kotlin**

Одним из наиболее перспективных направлений является использование Kotlin Multiplatform. Эта технология позволяет писать общую бизнес-логику для приложений под Android, iOS, веб и десктоп, что значительно сокращает время разработки и облегчает сопровождение кода. Многоплатформенные проекты позволяют использовать один и тот же набор функций и алгоритмов на разных платформах, сохраняя единый стандарт и снижая вероятность ошибок, связанных с дублированием кода.

## 1.3 Архитектурные паттерны и современные подходы в Android-разработке

### **1.3.1 Роль архитектурных паттернов в построении приложений**

Архитектурные паттерны являются основой для создания масштабируемых, поддерживаемых и тестируемых приложений. Они помогают структурировать код, разделяя ответственность между различными компонентами системы. Правильно выбранный паттерн позволяет сократить связность между модулями, упростить их модификацию и тестирование, а также обеспечить гибкость в дальнейшем развитии проекта.

Среди широко используемых паттернов в Android можно выделить:

**MVP (Model-View-Presenter).** В этом паттерне Presenter выступает посредником между View и Model, обрабатывая бизнес-логику и управляя отображением данных.

**MVI (Model-View-Intent).** Модель, основанная на потоке намерений (Intent), обеспечивает реактивное обновление состояния и позволяет создать полностью однонаправленный поток данных.

**MVVM (Model-View-ViewModel).** Наиболее популярный и удобный для Android, так как тесно интегрирован с библиотеками Android Jetpack, такими как LiveData и ViewModel.

### **1.3.2 Подробное рассмотрение паттерна MVVM**

Паттерн MVVM (Model-View-ViewModel) становится стандартом для современной разработки под Android благодаря следующим особенностям:

**Model.** Слой, отвечающий за бизнес-логику, работу с данными, запросы к серверу и базам данных. Model не зависит от пользовательского интерфейса и может быть протестирована независимо.

**View.** Интерфейс пользователя, который отображает данные и передаёт пользовательские события во ViewModel. View не содержит бизнес-логики, что облегчает её изменение без влияния на остальные слои.

**ViewModel.** Центральный компонент, который получает данные из Model, обрабатывает их и предоставляет View в виде наблюдаемых потоков данных (LiveData, StateFlow). ViewModel не содержит прямых ссылок на View, что позволяет её легко тестировать и переиспользовать.

Такой подход позволяет обеспечить двухстороннюю связь между View и ViewModel, где изменения в данных автоматически отражаются в пользовательском интерфейсе. Кроме того, логика, реализованная во ViewModel, может быть покрыта модульными тестами, что повышает надёжность приложения.

### **1.3.3 Внедрение зависимостей с помощью Hilt**

Dependency Injection (DI) – один из важнейших принципов построения масштабируемых приложений. Использование DI позволяет отделить создание зависимостей от их использования, что делает код более гибким и тестируемым. Hilt, являясь надстройкой над Dagger, предоставляет удобные аннотации для автоматического внедрения зависимостей в компоненты Android.

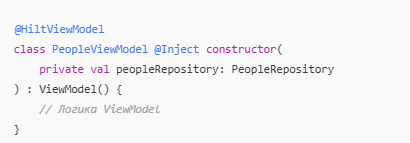


Рисунок 3- Пример внедрения зависимости в ViewModel.

Такой подход позволяет разработчикам сосредоточиться на бизнес-логике, а не на ручном управлении зависимостями, что значительно ускоряет процесс разработки и облегчает покрытие кода тестами.

### **1.3.4 Асинхронное программирование и использование корутин**

Для обеспечения отзывчивости и производительности мобильных приложений крайне важно выполнять длительные операции асинхронно. Коррутины в Kotlin предоставляют простой и эффективный способ реализации асинхронного кода. Используя viewModelScope и Dispatchers, разработчики могут легко переключаться между потоками, выполняя сетевые запросы, операции с базами данных и другие ресурсоёмкие задачи вне главного UI-потока.

Пример использования корутин для выполнения асинхронной операции уже был рассмотрен ранее, но стоит отметить, что корутины интегрируются не только с ViewModel, но и с другими компонентами, такими как Retrofit для работы с REST API и Room для локальной базы данных. Это позволяет писать однородный код без необходимости использования устаревших подходов, таких как AsyncTask.

### **1.3.5 Декларативный подход к разработке UI с Jetpack Compose**

Jetpack Compose представляет собой радикально новый способ разработки пользовательского интерфейса для Android. Декларативный подход, основанный на описании UI как функции от состояния, позволяет разработчикам создавать динамичные и отзывчивые интерфейсы с минимальным количеством шаблонного кода. Compose интегрируется с архитектурными паттернами, такими как MVVM, что позволяет автоматически обновлять UI при изменении состояния.

Основные преимущества Compose:

Простой синтаксис для создания UI-компонентов с использованием @Composable функций.

Автоматическое обновление интерфейса при изменении состояния, что снижает необходимость ручного управления обновлением элементов.

Лёгкая интеграция с Material Design, позволяющая создавать современные и эстетически приятные интерфейсы.

Возможность быстрого прототипирования и поддержки адаптивного дизайна для различных экранов и устройств.

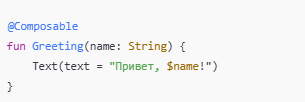


Рисунок 4 -Пример простого компонента Compose.

Такой подход позволяет значительно ускорить разработку, а также упростить поддержку и рефакторинг кода.

### **1.3.6 Сравнение с альтернативными архитектурными подходами**

Несмотря на популярность MVVM, в разработке под Android используются и другие паттерны, такие как MVP и MVI. Каждый из них имеет свои сильные стороны, однако:

MVP требует большого количества шаблонного кода и тесной связи между Presenter и View.

MVI, хоть и обеспечивает однонаправленный поток данных, может оказаться слишком сложным для небольших и средних проектов.

MVVM выигрывает благодаря тесной интеграции с Android Jetpack, более простой реализации и удобству тестирования, что делает его оптимальным выбором для большинства современных приложений.

### **1.3.7 Перспективы и будущее архитектурных решений в Android**

С развитием технологий появляются новые подходы и инструменты, позволяющие еще больше упростить разработку и улучшить качество приложений. Среди перспективных направлений можно выделить:

Расширение поддержки реактивного программирования с использованием Flow и LiveData, что позволит реализовать более динамичные и отзывчивые интерфейсы.

Углубленная интеграция многоплатформенных решений, где общая логика может быть реализована на Kotlin Multiplatform, а специфичная для платформы часть остаётся отдельной.

Применение новых технологий, таких как искусственный интеллект и машинное обучение, непосредственно на устройстве, что требует пересмотра архитектурных решений для оптимального распределения вычислительных задач.

Постоянное развитие Jetpack Compose, которое будет интегрироваться с другими современными инструментами, такими как Accompanist, для реализации сложных анимаций и адаптивного дизайна.

Таким образом, современная Android-разработка основана на использовании передовых языковых возможностей Kotlin, архитектурных паттернов, таких как MVVM, и новых технологий, обеспечивающих асинхронность и декларативное описание пользовательского интерфейса. Эти подходы не только упрощают разработку, но и позволяют создавать масштабируемые, поддерживаемые и высокопроизводительные приложения, способные работать на широком спектре устройств с разными характеристиками.

# 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ

## 1 Общая архитектура приложения (MVVM, Hilt, Navigation Compose)

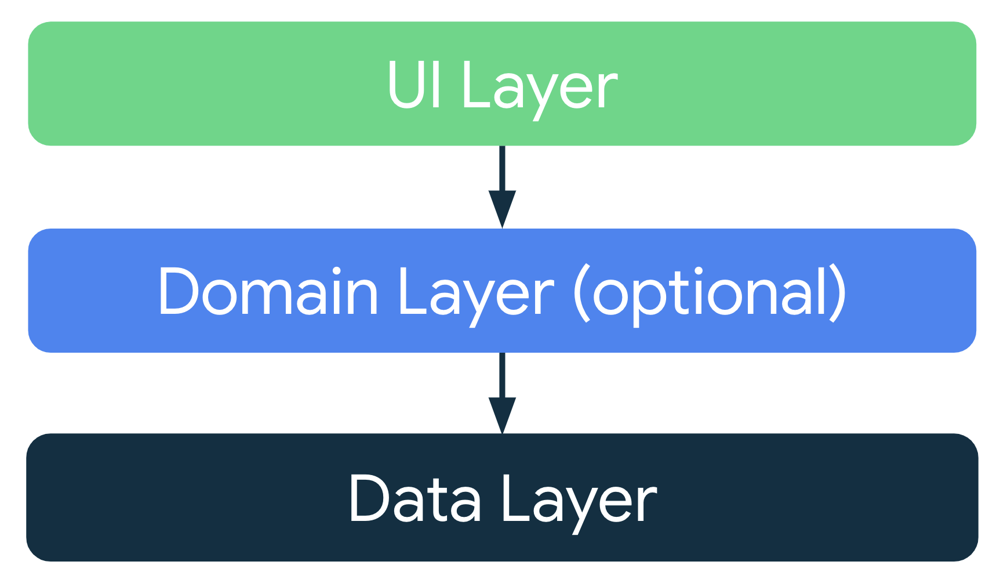


Рисунок 6 - Общая архитектура приложения основана на паттерне Model-View-ViewModel (MVVM) и разделена на три основных слоя: слой интерфейса пользователя (UI), опциональный доменный слой и слой данных​.

В соответствии с MVVM, слой UI (представление) содержит все экранные компоненты, которые отображают данные, а также реагирует на действия пользователя. Слой ViewModel (относится к UI-слою как **state holder**) хранит состояние UI и логику обработки данных для отображения. Он получает данные из слоя данных (Model) через репозитории и предоставляет их UI, а также обрабатывает события от UI​. Такой подход обеспечивает разделение ответственностей: UI-слой отвечает только за отображение и ввод, ViewModel — за бизнес-логику UI, а слой данных — за работу с источниками данных.

**MVVM и Unidirectional Data Flow:** В приложении применяется унидиrectional data flow – однонаправленный поток данных, когда данные течут от слоя данных через ViewModel в UI, а события (например, нажатия кнопок) — в обратном направлении. ViewModel не содержит прямой ссылки на UI-компоненты, взаимодействие идет через отслеживаемое состояние (например, StateFlow или LiveData). UI «подписывается» на состояние из ViewModel и автоматически обновляется при его изменении. Это соответствует современным практикам архитектуры Android​, повышая тестируемость и упрощая поддержку.

**Слой данных и репозитории:** В слое данных используются репозитории для управления различными типами данных. Каждый репозиторий инкапсулирует логику получения и обновления данных из одного или нескольких источников (сетевые API, база данных Firestore, локальные хранилища и т.д.)​.

В нашем случае, например, можно выделить UserRepository (для данных пользователя и авторизации) и PersonRepository (для данных о пропавших людях). Репозитории предоставляют удобный API для остальной части приложения, абстрагируя детали доступа к данным. Они выполняют бизнес-логику, обрабатывают конфликты данных, кэширование и т.п., а слой UI через ViewModel просто вызывает методы репозиториев​.

**Dependency Injection с Hilt:** Для упрощения управления зависимостями используется Dagger Hilt. Hilt автоматически предоставляет экземпляры репозиториев, клиентов сетевых API (например, Firebase), и других классов в нужные места (ViewModel, репозитории и пр.), что устраняет необходимость вручную создавать объекты и управлять их жизненным циклом​.

Все Application-классы помечены @HiltAndroidApp для инициализации DI-контейнера, Activity/Fragment – @AndroidEntryPoint, ViewModel – @HiltViewModel, а зависимости (например, FirebaseAuth, FirebaseFirestore, PersonRepository и др.) предоставляются через @Module и аннотации @Provides или @Inject в конструкторе. Такой подход обеспечивает инверсию управления – зависимости передаются объектам извне, и их легко заменять (например, мок-объектами при тестировании).

**Navigation Compose:** Навигация между экранами реализована с помощью **Jetpack Navigation Compose**, что позволяет определить навигационный граф прямо в Kotlin-коде и переключаться между @Composable-экранами декларативно. Приложение имеет один Activity (например, MainActivity), внутри которого вызывается setContent с корневымComposable, устанавливающим NavHost. NavHost содержит маршруты (destinations) для каждого экрана: Login, Register, Profile и т.д., а также контроллер навигации (NavController). Navigation Component поддерживает Compose-приложения, обеспечивая инфраструктуру для переходов и возможность передавать аргументы между экранами​. Маршруты экранов заданы строковыми константами или типобезопасными классами, а навигация осуществляется вызовом navController.navigate("route").

Важно, что при навигации соблюдаются правила back stack’a: например, после успешного входа (Login) экран логина удаляется из стека (через флаги или использование popUpTo в NavOptions), чтобы пользователь не возвращался на него кнопкой «Назад». Навигационный граф приложения можно представить как совокупность состояний (экранов) и переходов между ними. Ниже приведена диаграмма маршрутов экранов:

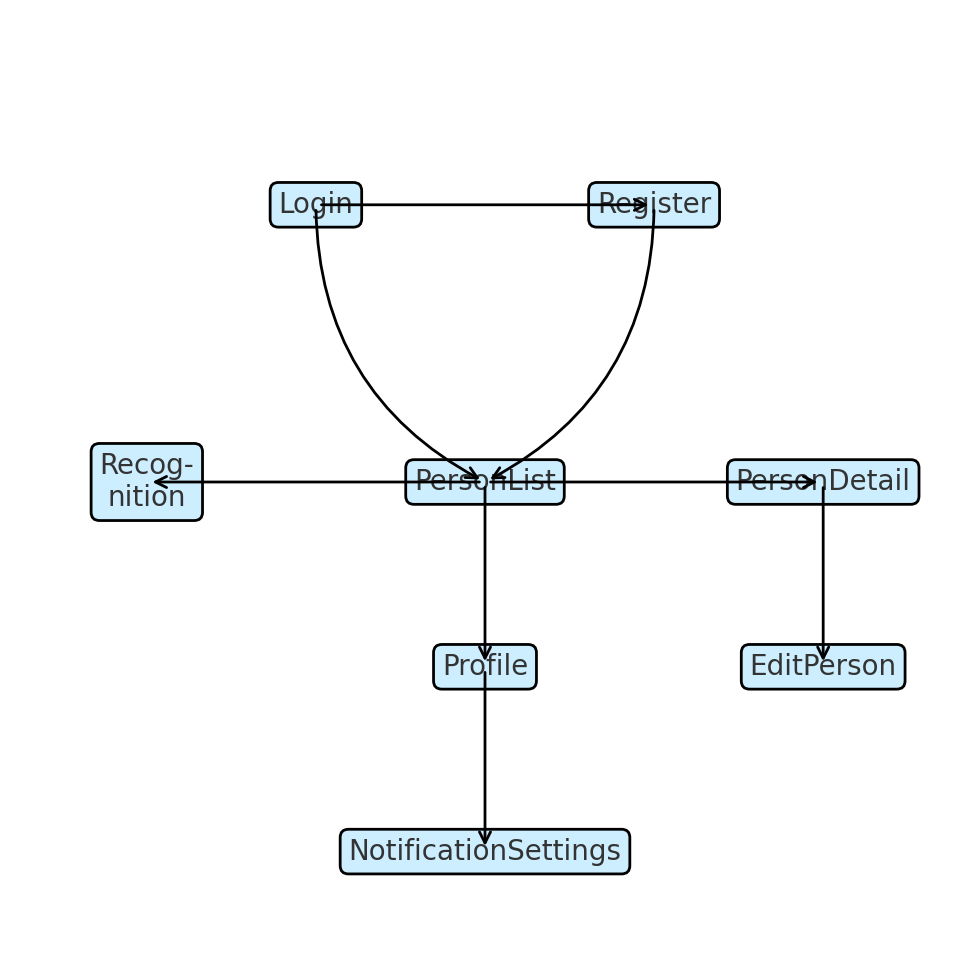
****

Рисунок 7 - Граф навигации между экранами приложения. Здесь стрелками показаны основные переходы: со screens Login и Register – к главному списку, из списка – к деталям, профиль и распознавание, и т.д.

В целом, архитектура приложения соответствует рекомендациям Google по построению **модульной, реактивной архитектуры**, с однонаправленным потоком данных, использованием корутин для асинхронности и внедрением зависимостей (DI) для гибкости​. Это обеспечивает масштабируемость и облегчает сопровождение кода.

## 2 Экраны пользовательского интерфейса

Приложение включает несколько экранов, реализованных на **Jetpack Compose**, каждый из которых отвечает за определенные функции. Ниже описаны основные экраны: **LoginScreen, RegisterScreen, ProfileScreen, PersonListScreen, PersonDetailScreen, RecognitionScreen, NotificationSettingsScreen, EditPersonScreen** – их назначение, логика и элементы оформления.

### **2.1. LoginScreen (Экран входа)**

Экран входа предоставляет пользователю форму для аутентификации. На LoginScreen размещаются поля ввода **Email** и **Пароль**, а также кнопка «Войти» и ссылка/кнопка перехода на экран регистрации (для новых пользователей). При разработке на Compose обычно используются компоненты TextField для ввода текста (с параметрами label или placeholder для обозначений) и Button для отправки формы. Поля связаны с состоянием в ViewModel (например, через mutableStateOf), либо с состоянием экрана с использованием rememberSaveable для поворота экрана. Парольное поле помечается как visualTransformation = PasswordVisualTransformation() для скрытия символов.

**Логика работы:** При нажатии на «Войти» LoginScreen вызывает метод login(email, password) у соответствующего ViewModel (например, AuthViewModel). ViewModel, в свою очередь, обращается к Firebase Authentication для проверки учетных данных. Вызывается метод FirebaseAuth:

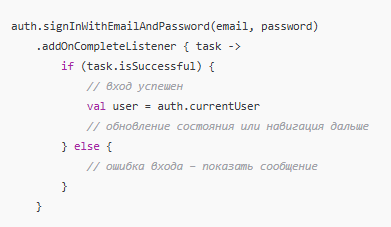


Рисунок 8 – Обработка авторизации.

С помощью Firebase SDK (в данном случае – Kotlin, функция возвращает Task) осуществляется попытка входа​

. В случае успеха ViewModel получает объект пользователя (FirebaseUser) и навигирует на основной экран приложения (PersonListScreen), например, вызывая navController.navigate("personList"), очистив назад-стек (чтобы нельзя было вернуться на экран логина). В случае ошибки – обновляет состояние ошибки (например, строка errorMessage) в ViewModel, что приводит к отображению сообщения на экране (может быть реализовано через Snackbar или текстовый компонент под формой).

**Визуальное оформление:** LoginScreen обычно имеет простой дизайн: центрированная форма входа. Например, сверху может быть логотип или заголовок приложения, далее OutlinedTextField для email, OutlinedTextField для пароля, кнопка «Войти» (доступная только если поля не пусты), и текстовая кнопка «Регистрация». Compose позволяет гибко располагать элементы с помощью Column/Row. Поля ввода снабжаются modifier = Modifier.fillMaxWidth().padding(...) для растяжения и отступов. Кнопка входа – ярко выделенная (например, Button(onClick={ ... }, colors = ButtonDefaults.buttonColors(backgroundColor = Color.Blue) { Text("Войти") }). Ссылка «Регистрация» обычно реализуется как Text с модификатором .clickable { navigateToRegister() } и стилизацией под ссылку (синий цвет текста, может быть TextButton).

С точки зрения архитектуры, LoginScreen «подписывается» на состояния uiState из AuthViewModel, например, используя val state by viewModel.uiState.collectAsState(). В uiState может быть: флаг загрузки (для отображения индикатора во время запроса к серверу), сообщение об ошибке и т.п. При загрузке можно показать CircularProgressIndicator, заблокировав кнопку.

### **2.2 RegisterScreen (Экран регистрации)**

Экран регистрации позволяет создать новую учетную запись. Он аналогичен LoginScreen по структуре формы: поля **Email**, **Пароль**, возможно, **Повтор пароля**, и кнопка «Зарегистрироваться». Также может быть поле для имени пользователя (например, **Имя**), если требуется сразу заполнить профиль.

**Логика работы:** По нажатию «Зарегистрироваться» RegisterScreen вызывает метод register(email, password) у ViewModel (обычно того же AuthViewModel). ViewModel обращается к FirebaseAuth для создания новой учетной записи:

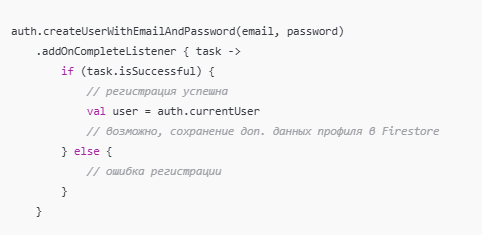


Рисунок 9 – Получение информации об авторизации,

Firebase создает учетную запись и автоматически аутентифицирует пользователя​.

При успехе можно сразу перейти на PersonListScreen (пропустив экран логина, т.к. пользователь уже вошел). Дополнительно, часто сразу создают запись в Firestore в коллекции users с информацией профиля (например, имя, email, дата регистрации), а также могут отправить письмо верификации на email.

**Валидация:** Перед вызовом Firebase следует проверить корректность ввода – например, что email имеет правильный формат (@), пароль соответствует требованиям (длина, сложность) и совпадает с подтверждением. При несоответствии – отобразить ошибку под соответствующим полем.

**Визуальный дизайн:** RegisterScreen обычно похож на LoginScreen. Можно использовать Column с текстовым заголовком «Регистрация», полями ввода и кнопкой. Если полей много (имя, email, пароль, подтверждение), их можно прокручивать внутри Column(Modifier.verticalScroll(rememberScrollState())) для небольших экранов. Кнопка регистрации неактивна, пока не выполнены базовые проверки (например, длина пароля не менее 6 символов и поля не пустые). Для удобства UX, можно добавить переключатель «Показать пароль» (Checkbox, меняющий visualTransformation).

После успешной регистрации, приложение может либо выполнить навигацию на основной экран, либо сначала показать диалог «Регистрация успешна» и затем перейти. Мы переходим сразу, а состояние «вход выполнен» хранится в AuthViewModel (например, текущее FirebaseUser или токен), чтобы в будущем проверять автологин.

### **2.3. ProfileScreen (Экран профиля пользователя)**

ProfileScreen отображает информацию о текущем пользователе и предоставляет доступ к настройкам аккаунта. Здесь показывается, например: **Имя пользователя**, **Email**, фотография профиля (если предусмотрено), а также опции – например, **редактировать профиль**, **настройки уведомлений**, **выйти из аккаунта**. Этот экран доступен только авторизованным пользователям.

**Функции экрана:**

Профильные данные берутся из Firestore (например, документ users/{userId}), либо из объекта FirebaseUser. При открытии ProfileScreen ViewModel (скажем, ProfileViewModel) загружает данные пользователя. Если они хранятся локально (например, в SharedPreferences/DataStore) – берет оттуда, либо делает запрос к Firestore. После получения, состояние (например, data class UserProfile(name, email, photoUrl, ... )) передается на Compose для отображения.

Кнопка «Редактировать» (например, иконка карандаша) приведет на экран редактирования профиля или открывает диалог/BottomSheet для изменения имени, выбора нового фото и т.п. (В рамках данного проекта редактирование профиля не детализировано, основной акцент – поиск людей, но упомянуть стоит).

Пункт «Настройки уведомлений» переходит на NotificationSettingsScreen (см. раздел 2.7).

Кнопка «Выход» выполняет FirebaseAuth.signOut(), очищает локальные данные пользователя и навигирует пользователя обратно на экран входа (LoginScreen) – обычно очищая back stack (чтобы не вернуться назад).

**Логика ViewModel:** ProfileViewModel при инициализации получает ID текущего пользователя (из FirebaseAuth.getCurrentUser()), подписывается на документ пользователя в Firestore. Можно использовать Firestore addSnapshotListener для прослушивания изменений профиля в реальном времени. Например, если пользователь обновил имя на другом устройстве, на ProfileScreen эти данные обновятся автоматически. ViewModel сохраняет профиль в profileState.

**Оформление:** ProfileScreen может быть оформлен в виде Scrollable Column: вверху фото профиля (круглый Image с использованием Coil для загрузки из URL, либо placeholder, если нет фото). Далее текстовые поля «Имя», «Email». Кнопки «Редактировать», «Настройки уведомлений», «Выход» можно сделать как отдельные элементы списка (например, используя LazyColumn с ListItem из Material3, либо просто Row с иконкой и текстом). Для выхода – красная кнопка или текст.

Так как ProfileScreen относится к личным данным, важно предусмотреть безопасность: например, если FirebaseAuth.getCurrentUser() вернул null (неавторизован), экран профиля не должен отображаться – можно сразу перенаправить на Login. В Compose навигацию можно условно настроить: if(user==null) LaunchedEffect{ navController.navigate("login") }.

### **2.4. PersonListScreen (Список пропавших людей)**

Этот экран – центральный в приложении: отображает список всех зарегистрированных случаев пропавших людей. Здесь пользователи (волонтеры или заинтересованные лица) могут просматривать сводную информацию по каждому случаю. PersonListScreen загружает данные из Firestore коллекции, например, "missingPersons".

**Отображаемые данные:** Каждый элемент списка содержит основные сведения о пропавшем:

**Фотография** (миниатюра) – загружается из Firebase Storage через URL, с помощью библиотеки Coil для Compose (коэффициент сжатия для быстрого отображения).

**Имя или инициалы**, **возраст** (или год рождения),

**Дата и место пропажи** (например, «пропал 12.04.2025, Париж»),

Возможно, краткое примечание (например, «был одет в...», либо статус поиска).

Эти элементы могут быть представлены с помощью LazyColumn (ленивый список) для эффективного отображения даже при большом количестве записей. Каждый элемент – это, например, Card или ListItem с Row: слева Image (аватар), справа Column с текстами (Имя, дата пропажи, др.). Также можно отображать метку дистанции от текущего пользователя (если включена геолокация фильтрации – см. раздел 5): например, «~5 км от вас», рассчитанную по координатам.

**Логика загрузки:** При открытии PersonListScreen, ViewModel (назовем его PersonsViewModel) делает запрос к Firestore. Это может быть однократное получение get() всех документов коллекции или, лучше, установка слушателя на обновления: FirebaseFirestore.getInstance().collection("missingPersons").addSnapshotListener { ... } чтобы получать в реальном времени добавление новых случаев. Данные из Firestore приходят в виде списка документов, которые ViewModel преобразует в список объектов модели, например, Person(id, name, age, lastSeenLocation: GeoPoint, lastSeenDate, photoUrl, description, reporterId, ...). Этот список сохраняется в personsState (например, StateFlow<List<Person>>). Compose LazyColumn читает это состояние через collectAsState() и отображает элементы.

**Навигация и действия:** При нажатии на конкретного человека в списке – выполняется переход на PersonDetailScreen с передачей идентификатора или объекта. В Navigation Compose можно передать аргумент (например, personId) в маршрут: navController.navigate("personDetail/${person.id}"). Либо хранить выбранный объект в ViewModel (менее предпочтительно, но возможно). Также, на PersonListScreen могут быть дополнительные UI-элементы:

**Кнопка обновления**: хотя Cloud Firestore с SnapshotListener сам обновляет, иногда добавляют жест «pull-to-refresh», но в Compose пока нет встроенного, можно обойтись программно.

**Поле поиска**: для фильтрации списка по имени или описанию, если записей много.

**Фильтр по расстоянию**: если задействована геолокация, может быть слайдер или меню фильтра (например, «радиус 10 км / 50 км / вся страна»), который отфильтровывает список по координатам (более подробно в разделе 5).

**Кнопка доступа к камере (распознавание)**: например, FloatingActionButton с иконкой камеры, нажатие на которую ведет на RecognitionScreen для поиска по фотографии.

**Оформление:** Список может быть оформлен в Material style. Каждый элемент – Card(modifier.clickable{ ... }) с небольшим подъемом (elevation). Внутри карточки: Row, у Image скругленные углы (clip(CircleShape) или RoundedCornerShape), тексты используют MaterialTheme.typography стили (например, имя – заголовок6, дата – body2). Цветовая схема нейтральная (белый фон, черный текст), но можно выделять особо важные статусы (например, если человек найден – зеленым отметить, или если случай новый – пометить значком «NEW»).

**Пагинация:** Если случаев очень много, стоит предусмотреть подгрузку порциями (пагинацию). Firestore поддерживает запросы с .limit(n) и .startAfter(lastDocument). Можно при прокрутке вниз запрашивать следующую порцию. В рамках объема главы отметим, что при необходимости список может быть пагинирован, но в базовой реализации предположим умеренное число записей, загружаемых целиком.

### **2.5. PersonDetailScreen (Экран деталей о человеке)**

На экране детальной информации отображаются все сведения о выбранном пропавшем человеке. Цель – предоставить максимально подробную информацию для идентификации и помощи в поиске.

**Отображаемые данные:**

**Фотография** – крупное изображение (загруженное из Firebase Storage). Если есть несколько фотографий, можно организовать горизонтальный Pager (прокрутка нескольких изображений).

**ФИО или имя** человека, возраст (на момент пропажи).

**Описание внешности**: рост, телосложение, цвет волос, особые приметы.

**Обстоятельства пропажи**: дата, время и место (возможно, адрес или координаты) последнего подтвержденного появления, ситуация (например, «ушел из дома и не вернулся»).

**Контакт для связи**: обычно телефон или имя того, кто подал заявку (родственник или волонтер-куратор). Но эти данные могут быть скрыты от всех пользователей и видны только модераторам – зависит от политики. В простейшем случае можно показать контакт, чтобы нашедший человек мог связаться.

**Статус поиска**: Активен/Найден. Если человек найден, может быть отображено соответствующее уведомление («Найден, поиск остановлен»).

**Кнопки действий**:

«Сообщить информацию» – чтобы пользователь мог отправить новую информацию (например, заметил человека – можно перейти в чат или форму).

Если текущий пользователь – тот, кто добавил эту запись, или админ, ему может быть доступна кнопка **Редактировать** (ведет на EditPersonScreen) и **Закрыть случай** (отметить как найден).

**Логика загрузки:** PersonDetailScreen получает идентификатор записи (например, через NavController arguments). ViewModel (PersonDetailViewModel) запрашивает Firestore: либо получает документ missingPersons/{id} разово, либо слушает его обновления. В Firestore документ может иметь вложенные коллекции, например, «comments» или «sightings» – сообщения от людей, заметивших похожего человека; их тоже можно подтянуть и показать списком ниже основной информации. В рамках задачи главное – показать основные поля. ViewModel также может запрашивать сопутствующие данные: например, координаты последнего места – и конвертировать их в адрес (опционально, через геокодер или API Google Maps).

**Навигация и взаимодействие:**

Кнопка «Редактировать» (иконка карандаша) доступна создателю записи или администратору – открывает EditPersonScreen, передавая ID человека. Там можно обновить данные (например, исправить описание, добавить свежую фотографию).

Если есть функция «Сообщить о встрече», она может открыть диалог ввода текста или напрямую отправлять сообщение модераторам. (Эта функциональность может использовать другую коллекцию Firestore, но углубляться не будем).

Кнопка «Назад» (Up) возвращает к списку. Navigation Compose это обеспечивает автоматически, если NavHost правильно настроен.

**Визуальное оформление:** Используется Column с вертикальным скроллом (Modifier.verticalScroll). Вверху – Image (большой, Modifier.fillMaxWidth().aspectRatio(1.3f) например, для фото). Под ним текстовые поля: имя (крупный заголовок), возраст, разделительные заголовки «Приметы:» и текст описания, «Последний раз видели:» и текст (дата, место). Можно выделять важные слова полужирным. Compose Text позволяет внутри содержания разбивать на несколько стилевых.span’ов через AnnotatedString.

Контакты или телефон можно оформить как кликабельный текст (например, телефон – при нажатии вызвать намерение позвонить).

В нижней части – if статус «Найден», отобразить зеленую плашку «Найден (дата)». Если нет – можно кнопку «Отметить найденным» для ответственного пользователя.

### **2.6. RecognitionScreen (Экран поиска по фотографии)**

Одной из ключевых функций приложения является **поиск людей по фотографии** – это позволит пользователю сделать снимок человека и узнать, не числится ли он в базе пропавших. RecognitionScreen предоставляет интерфейс для этого функционала с использованием возможностей ML Kit.

**Основные элементы UI:**

**Превью камеры** или кнопка загрузить фото: Экран может сразу запускать камеру (с помощью CameraX API, выводя PreviewView внутри Compose через AndroidView). Либо более простой подход: большая кнопка «Сделать фото» и/или «Выбрать из галереи».

После получения изображения – отображается сделанное фото и кнопка «Искать» (если фото еще не обработано автоматически).

Или, альтернативно, приложение может сразу после съемки начать процесс распознавания, показывая индикатор.

**Логика работы (ML Kit распознавание):** Когда пользователь сделал фото:

Полученное изображение преобразуется в формат InputImage (класс ML Kit) – например, InputImage.fromBitmap(bitmap, rotation).

**Распознавание лица:** Используется ML Kit Face Detection API для поиска лиц на фото. Если лиц больше одного – можно уведомить пользователя (например, «На фото несколько людей, выберите лицо» или фокусироваться на крупном). Если лицо найдено, можно извлечь из него некоторые характеристики (координаты черт лица, возможно, embeddings). Но ML Kit стандартно выдает лишь положение и ключевые точки (глаза, улыбка, вероятность что глаза открыты и т.д.) – уникального идентификатора лица он не дает. Для идентификации личности потребуется сравнение с фото из базы.

**Распознавание объектов (Image Labeling):** Дополнительно можно запустить **Image Labeling** – API меток изображения, чтобы получить список меток (тегов) для фото: например, «Man, Beard, Glasses, Outdoor» и т.д. Это даст текстовые описания. Модель ML Kit умеет определять более 400 категорий объектов​.

Такие метки можно сопоставить с описаниями пропавших (например, если метка «Beard» и «Glasses», то фильтровать базу на тех, у кого в приметах указаны «борода» и «очки»). Это приближенное соответствие, но может отсечь явно не подходящих.

**Сопоставление с базой данных:**

Самый точный путь – **биометрическое сравнение лиц**. Для этого, например, можно воспользоваться сторонней моделью (Facial Recognition). В рамках ML Kit можно извлечь лицо как Bitmap и сравнить его с фотографиями в базе. Одно решение: хранить для каждого человека заранее вычисленные векторы признаков лица (embedding) с помощью модели FaceNet или аналогичной. Однако, это выходит за стандартный функционал ML Kit (требует кастомной модели). В контексте задания, можно упомянуть, что при наличии такой модели, мы могли бы вычислить embedding лица на фото и сравнить с embedding’ами из Firestore (например, хранить их в документе).

Упрощенный подход: скачать все фото пропавших из Firestore Storage и вручную сравнить изображения (например, с помощью библиотеки OpenCV или простого вычисления перцептивного хеша). Это не очень эффективно, но при небольшом числе записей может сработать.

Либо комбинировать: сначала отфильтровать список по полу (если ML Kit может определить пол/возраст – в новых версиях Face Detection есть вероятностная оценка возраста, но старая – нет), по наличию бороды/очков (из меток), а затем уже вручную дать на сравнение пользователю.

**Вывод результатов:** По итогам анализа система формирует список возможных совпадений – например, на основании оценки сходства лица или совпадения примет. Если найдено явное совпадение (практически тот же человек), можно сразу показать карточку с именем и предложением: «Возможно, это: Иван Иванов, пропал ... (нажмите для деталей)». Если несколько – вывести список «Возможные совпадения». Если никого похожего – вывести «Совпадений не найдено».

**Работа с камерой и изображениями:** RecognitionScreen взаимодействует с API камеры. В Compose можно использовать библиотеку **Accompanist Permissions** для запроса разрешения камеры у пользователя. После получения разрешения – либо запускать CameraX. CameraX позволяет получать кадры как ImageProxy — их нужно преобразовать в Bitmap или ByteBuffer для передачи в ML Kit. ML Kit методы (например, ImageLabeler.process(image)) работают асинхронно, возвращая Task. В ViewModel можно вызвать и получить результат, обновив состояние UI.

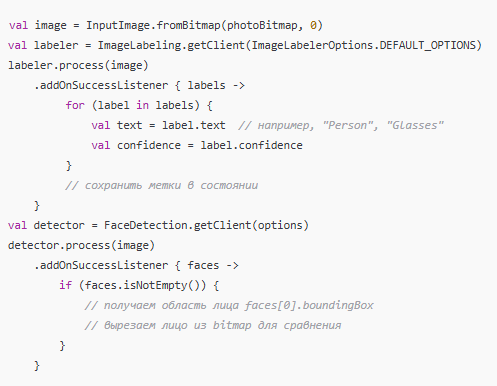


Рисунок 10 – Пример использования ML Kit.

По умолчанию, встроенная модель Image Labeling возвращает общие метки (например, «Person» с вероятностью ~0.98, «Smile» и т.п.), но она не определяет личность. Поэтому для идентификации потребуется алгоритм сравнения. Можно использовать косинусное расстояние между face embeddings – однако, в рамках проекта опишем, что используется локальная логика сопоставления.

**Локальная логика сопоставления:** Каждый пропавший человек в базе имеет одну или несколько фотографий. Алгоритм может быть:

Для каждого человека из списка: загрузить его фото(ы) (или, лучше, заранее все фото из базы хранения).

Для каждого фото – с помощью ML Kit Face Detection найти лицо и получить набор характеристик (например, относительные расстояния между глазами, размер лица и др.). На основе этих характеристик вычислить простую метрику сходства с лицом из фотографии пользователя. Это приближенный метод, но дает некоторую оценку.

Или, как вариант, использовать OpenCV: привести фото к одинаковому размеру, в градации серого, и вычислить корреляцию изображений или histogram comparison. Это не очень надежно под разными углами/освещением, но хоть что-то.

После оценки сходства – выбрать тех, у кого показатель выше порога.

**Результат на экране:** После завершения поиска, RecognitionScreen показывает результаты. Это можно оформить как список карточек (подобных элементам PersonList, но отсортированных по вероятности совпадения). Если найдены кандидаты, пользователь может нажать на карточку и перейти на PersonDetailScreen для уточнения. Если ничего не найдено – показать сообщение («Данного человека нет в базе пропавших»).

При этом, даже если точного совпадения нет, можно предложить опцию **«Создать новую запись?»** – чтобы пользователь, обнаружив неизвестного потерявшегося, мог сразу оформить его как нового (это бы открывало EditPersonScreen для добавления).

**Оформление:** Первоначальный экран распознавания – простой, с иконкой камеры в центре. После снимка – отображается миниатюра фото и индикатор прогресса во время обработки (например, CircularProgressIndicator). Результаты – либо текст («Совпадений не найдено»), либо LazyColumn с карточками возможных совпадений (мини-фото + имя + расстояние/вероятность).

UI/UX: Стоит уведомлять пользователя, если фото не содержит лицо («Лицо не обнаружено на фото, попробуйте еще»), используя Toast или Snackbar. Также, если качество снимка низкое, рекомендовать сделать другой.

### **2.7. NotificationSettingsScreen (Экран настроек уведомлений)**

Этот экран позволяет пользователю управлять push-уведомлениями, которые он получает, и в частности – настроить радиус оповещения о новых случаях пропажи людей вблизи. Поскольку приложение предполагает рассылку уведомлений (через Firebase Cloud Messaging) о новых пропавших или о том, что кого-то нашли, важно дать контроль пользователю.

**Элементы экрана:**

Переключатели (Switch/Checkbox) для типов уведомлений:

«Получать уведомления о новых случаях в моем регионе»

«Получать уведомления о найденных людях»

«Получать общие оповещения/новости службы» (если такое предусмотрено)

Слайдер или выпадающий список для выбора **радиуса**:

Например, Радиус оповещения: 10 км. Можно предложить значения: 5, 10, 20, 50, 100 км, или «вся страна».

Информация о том, определены ли координаты пользователя: например, текст «Ваше текущее местоположение: Москва; радиус: 20 км». Если доступ к геолокации не дан, возможно, указать «Местоположение не определено – уведомления по радиусу недоступны».

Переключатель «Разрешить уведомления» глобально (на случай, если пользователь хочет временно отключить все уведомления от приложения).

**Логика работы:** NotificationSettingsScreen взаимодействует с локальным хранилищем настроек (например, **DataStore** или SharedPreferences) и отчасти с FCM:

При изменении переключателей, настройки сохраняются в DataStore (например, boolean flags). Также можно подписывать или отписывать пользователя от FCM-топиков. Например, если включен тип «найденные», приложение выполняет FirebaseMessaging.getInstance().subscribeToTopic("found"). Если выключен – unsubscribeFromTopic("found"). Аналогично для «новые случаи в регионе» – тут логика сложнее, так как «регион» может быть разным для каждого (не фиксированный топик). Решение: реализовать подписку на топик, зависящий от региона пользователя, например генерировать топик по округу или городу.

Радиус: хранится числом (км). Этот параметр может использоваться на серверной стороне при отправке уведомлений. Например, когда добавляется новый пропавший с координатами, облачная функция Firebase может рассылать уведомление только тем токенам, у кого в профиле радиус не больше, чем расстояние до точки. Для этого, вероятно, сервер должен знать координаты пользователя и радиус. Поэтому при изменении радиуса (и/или при обновлении местоположения) приложение должно отправлять эти данные на сервер (в Firestore в документ пользователя).

Если мы не делаем серверную фильтрацию, альтернативный подход: приложение получает все уведомления, но сама NotificationSettingsScreen определяет, показывать ли их. Например, в обработчике пуша (FirebaseMessagingService) можно проверить расстояние от полученного случая до пользователя и решить, показывать ли Notification. Однако, предпочтительнее фильтровать до отправки, чтобы лишний раз не беспокоить пользователя.

**Геолокация:** NotificationSettingsScreen может отображать и обновлять текущее местоположение пользователя. Кнопка «Обновить местоположение» (иконка локации) вызывает получение координат через FusedLocationProviderClient. При успехе – сохраняет координаты (например, в профиле Firestore и локально). Местоположение нужно для серверных вычислений расстояния. Если пользователь переместился – ему важно обновить, иначе может получать нерелевантные оповещения.

**Разрешения:** На этом экране стоит указать, если системное разрешение на уведомления не выдано (Android 13+). Можно проверить NotificationManagerCompat.from(context).areNotificationsEnabled(). Если нет – показать предупреждение «Уведомления заблокированы на системном уровне. Для включения перейдите в настройки приложения.» Либо предоставить кнопку, вызывающую системный диалог ActivityResultLauncher с запросом POST\_NOTIFICATIONS (на Android 13). Запрос разрешения можно делать и раньше (при первом запуске, либо на ProfileScreen), но здесь – напоминание.

**Оформление:** NotificationSettingsScreen – простой экран настроек. Можно использовать Column с Switch в Row для каждого типа уведомления: слева текст («Новые случаи рядом»), справа Switch. Подписи к слайдеру радиуса: можно показывать текущее значение в Text над слайдером. Например, Slider(value = radiusKm.toFloat(), valueRange = 1f..100f, onValueChangeFinished = { ... }) и текст "${radiusKm} км".

Для лучшего UX, если радиус большой («вся страна»), может быть представлено словом. Можно добавить значение 0 = «Без ограничения по расстоянию».

### **2.8. EditPersonScreen (Экран добавления/редактирования записи о пропавшем)**

EditPersonScreen служит для создания новой записи о пропавшем человеке или редактирования существующей (в случае, если пользователь – автор записи или админ). Этот экран представляет собой форму с несколькими полями и загрузкой фото.

**Поля формы:**

**Фото**: кнопка «Добавить фото» (или несколько) – при нажатии открывается галерея или камера. Можно использовать LauncherForActivityResult для PickVisualMedia (новый PhotoPicker API) или старый Intent ACTION\_GET\_CONTENT. Выбранное фото отображается как превью. Возможна загрузка нескольких – тогда превью галерея.

**Имя, Фамилия** (или «ФИО полностью»).

**Возраст/Дата рождения** – чтобы понимать возраст.

**Последнее местоположение** – можно текстом (город, адрес). И/или кнопка «Указать на карте», «Использовать мое текущее местоположение». Если пользователь – прямой очевидец пропажи, может отметить координаты.

**Дата и время пропажи** – поле DatePicker/TimePicker.

**Приметы и описание** – многострочное поле (TextField with maxLines = 5 например).

**Контактное лицо** – можно предусмотреть, но если автор – автоматически будет он, можно не спрашивать. Для админа: поле «Ответственный/контактный телефон».

**Логика сохранения (Create/Update):** При нажатии «Сохранить»:

Если это создание нового: ViewModel (EditPersonViewModel) формирует объект Person из введенных данных. Вызывает Firestore: missingPersonsRef.add(personData) либо set(documentId, data). Firestore сгенерирует ID.

Фото: если прикреплено, сначала загружается в Firebase Storage. Обычно делают: val storageRef = Firebase.storage.getReference("photos/${newPersonId}.jpg") и вызывают putFile(uri) или putBytes. После успешной загрузки – получают downloadUrl и добавляют его в поле photoUrl данных в Firestore (либо Firestore trigger может подставить).

Если это редактирование: ViewModel вызывает FirebaseFirestore.collection("missingPersons").document(personId).update(updatedFields). Фото: если новое добавлено – нужно заменить старое. Можно хранить имена файлов по personId и перезаписать.

**После сохранения:** Навигация: при добавлении – можно перейти на PersonDetailScreen этой записи (чтобы сразу видеть результат). Или вернуться к списку с сообщением. При редактировании – вернуться на DetailScreen с обновленными данными (или DetailScreen сам обновится через listener).

**Валидация:** Перед сохранением проверяется заполненность обязательных полей (имя, хотя бы одно примета, место/дата). Если что-то критично не заполнено – вывести ошибку. Compose может визуально подсветить недостающие поля (Modifier.border с красным).

**Оформление:** Использовать Column с Scroll, внутри OutlinedTextField для текстовых полей (с label «Имя», «Возраст» и т.д.), Button(onClick=save) внизу. Поле для даты можно сделать как TextField не редактируемое, по клику открывать DatePickerDialog (через AndroidViewInterop или by using Material3 DatePicker if available). Фото – можно показать как Image с add photo иконкой поверх (если нет фото). Если фото выбрано – отображать его (уменьшенное) и кнопку «Изменить/Удалить фото».

Для многострочного описания использовать TextField(modifier.height(120.dp), maxLines = 5).

Если записей много, у админов – опция назначить приоритет, но это уже выход за рамки.

Наконец, **правильное оформление по ГОСТ**: текстовые описания, правильные шрифты и межстрочные интервалы в печатной версии – эти требования будут обеспечиваться при верстке документа. В Markdown мы структурировали заголовки, списки и разбили информацию на абзацы для легкого чтения и дальнейшего форматирования.

## 3. Работа с Firebase (Auth, Firestore, Storage, Messaging)

Для реализации серверной части приложения используется облачная платформа **Firebase**, которая предоставляет готовые сервисы: аутентификацию, базу данных и хранение файлов, а также push-уведомления.

**Firebase Authentication:** За аутентификацию пользователей отвечает Firebase Auth. Мы используем **Email/Password** метод регистрации и входа, как наиболее простой и распространенный. В приложении настроено подключение Firebase SDK, и включен данный провайдер в консоли Firebase (Email/Password – Enabled). При входе вызывается FirebaseAuth.signInWithEmailAndPassword(email, pass), при регистрации – createUserWithEmailAndPassword(email, pass)​.

Firebase проверяет учетные данные и возвращает результат (успех + объект пользователя либо ошибку с кодом). На уровне UI эти операции выполняются внутри ViewModel асинхронно (с addOnCompleteListener или используя Kotlin coroutines с Tasks.await()). FirebaseAuth автоматически сохраняет сессию входа: при перезапуске приложения FirebaseAuth.getInstance().currentUser будет не null, если пользователь не разлогинился. Это используется, чтобы миновать экран логина при повторном запуске – сразу переходим на PersonListScreen.

После регистрации нового пользователя, Firebase может требовать подтверждения email (если включить опцию Email Verification) – тогда можно вызывать currentUser.sendEmailVerification(). Однако, для упрощения, можем не использовать подтверждение, либо отложить это на потом.

**Cloud Firestore (база данных):** Для хранения данных о пропавших людях и других сущностей выбрана **Cloud Firestore** – NoSQL база данных JSON-документов. Структура коллекций может быть следующей:

**users** – коллекция пользователей (по uid из Auth), каждый документ содержит поля профиля: name, email, photoUrl, location (GeoPoint), radius, notifySettings и т.д.

**missingPersons** – основная коллекция случаев пропажи. Каждый документ содержит информацию о человеке:

name, age, description, lostDate (Timestamp), lostLocation (GeoPoint или строка адреса), photoUrl (или массив URL если несколько фото), status (e.g. "lost"/"found"), createdBy (user id кто добавил), createdAt (Timestamp), etc.

Можно вложить подколлекции: e.g. sightings (сообщения о том, что кто-то где-то видел человека, с полями: userId, date, location, comment), comments (обсуждения).

**notifications** (опционально) – если нужно хранить шаблон уведомлений или истории (необязательно, FCM сам по себе доставляет).

Firestore является облачной и в реальном времени синхронизируемой базой. Мы используем SDK FirebaseFirestore для чтения/записи. Например, для получения всех случаев:

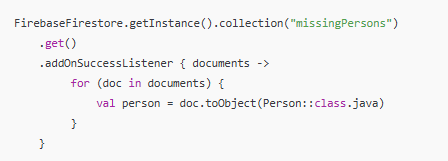


Рисунок 11 – Получение документа хранения данных



Рисунок 12 – Получение списка пропавших людей

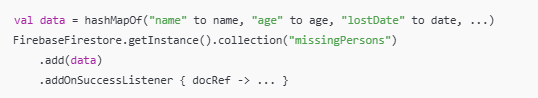


Рисунок 13 – Мапинг и сохранения данных

Данные хранятся в виде JSON-подобных документов. Firestore автоматически индексирует поля для быстрого запросов. Мы можем делать запросы с фильтрацией, например: *выбрать всех пропавших после определенной даты* или *в радиусе*, но последнего Firestore напрямую не умеет – нужно либо хранить гео-хеши либо фильтровать на клиенте.

В нашем приложении фильтрация по радиусу делается на клиенте: PersonListScreen получает всех, а затем ViewModel отбрасывает тех, чей distanceTo(userLocation) больше заданного радиуса.

**Firebase Storage (хранение изображений):** Фотографии пропавших людей, а также аватары пользователей, хранятся в **Cloud Storage for Firebase** – это надежное хранилище файлов. В момент добавления нового человека через EditPersonScreen, выбранные изображения загружаются следующим образом:

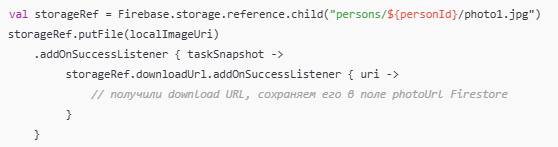


Рисунок 14 – Сохранение фото в Firebase

Названия файлов организованы по идентификатору или папкам. Например, все фото конкретного случая в папке persons/{docId}/. При загрузке мы получаем **Download URL**, который сохраняем в Firestore документе. Затем, при отображении списка или деталей, этот URL используется библиотекой **Coil**:

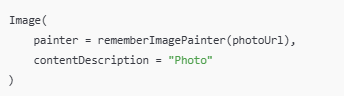


Рисунок 15 – Интеграция фото в приложение с Firebase

Coil автоматически кэширует изображения в памяти и на диске, поэтому повторные открытия экранов не будут перезапрашивать их с сервера каждый раз.

Важно настроить **правила безопасности Storage и Firestore**: обычно доступ к ним ограничивают по uid. Например, правила Firestore: пользователи могут читать missingPersons, а писать – только авторизованные пользователи (и редактировать только свои записи или модераторы). Для простоты, предположим, что все авторизованные могут добавлять и просматривать (в реальном приложении стоит ограничить редактирование/удаление чужих записей).

**Firebase Cloud Messaging (FCM):** Для push-уведомлений мы используем Firebase Cloud Messaging. При запуске приложения FirebaseMessaging генерирует уникальный **registration token** для устройства. Обычно мы можем получить его так:

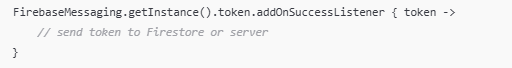


Рисунок 16 – Генерация пуш уведомлений

Мы сохраняем этот токен, например, в документе пользователя (поле fcmToken). Это позволит в облачных функциях отправлять уведомления конкретному пользователю. Также можно подписывать на топики:

Например, FirebaseMessaging.getInstance().subscribeToTopic("new\_cases") чтобы получать уведомления о всех новых случаях.

Если радиус уведомлений внедрен на клиенте, можно вместо топика «регион» подписывать всех на «new\_cases», а фильтрацию делать на клиенте. Но лучше на сервере: можно делать топики по городам (e.g. topic "Moscow") и подписывать пользователя на свой город. Однако, если радиус гибкий (10 км, 50 км), топики не подойдут – нужно индивидуально выбирать получателей.

**Отправка уведомлений:** Когда новый человек добавлен, серверная логика должна уведомить пользователей. Это можно реализовать через **Cloud Functions** (на JavaScript/TypeScript): функция-триггер onCreate в коллекции missingPersons – вычисляет расстояние от места пропажи до каждого пользователя (по сохраненным координатам в их профилях) и отправляет уведомление через admin.messaging().sendToDevice(token, payload) для тех, кто попадает в радиус и включил данный тип уведомлений. Payload содержит заголовок (например, "Новый случай в вашем районе") и данные (идентификатор случая). FCM доставляет его на устройства.

**Получение уведомлений на устройстве:** В Android 13+, пользователь должен дать runtime-разрешение на POST\_NOTIFICATIONS, иначе уведомления будут тихо заблокированы системой. Приложение запрашивает это разрешение (например, при запуске или на NotificationSettingsScreen). После получения, когда приходит сообщение, оно обрабатывается либо автоматически (если это *notification message* с полями notification – тогда система сама показывает уведом. в шторке), либо через реализованный FirebaseMessagingService (для *data message*). В нашем случае можно использовать notification-поле для простых уведомлений.

Когда пользователь нажимает на уведомление, нужно открыть соответствующий экран. Можно настроить PendingIntent, который открывает PersonDetailScreen конкретного человека. Для этого в уведомлении в поле click\_action указывают Intent-Filter из манифеста (например, <intent-filter><action android:name="OPEN\_PERSON\_DETAIL"/></intent-filter>). В FirebaseMessagingService в методе onMessageReceived, можно создать NotificationCompat с Intent, содержащим personId.

**Пример push-сценария:** Пользователь А добавил нового пропавшего в г. Санкт-Петербурге. Срабатывает облачная функция, которая определяет, что пользователь B находится в радиусе 50 км (например, в Петергофе) и у него включены уведомления о новых случаях. Пользователю B отправляется уведомление: «Внимание: пропал человек (мужчина, 40 лет) – Санкт-Петербург. Откройте приложение для деталей.» Пользователь B, получив уведомление, заходит (тапа по уведомлению – сразу открывается PersonDetailScreen этого случая).

Или другой тип: если найден человек, уведомление может уходить всем, кто отслеживал этот случай (но отслеживание можно не реализовывать для простоты).

Таким образом, Firebase Messaging обеспечивает канал оповещения, а NotificationSettingsScreen и профиль пользователя – контролируют, кому что посылается.

В контексте разработки, необходимо добавить в AndroidManifest.xml сервис:



Рисунок 17 – Сервис нотификаций

И реализовать класс, наследующий FirebaseMessagingService, если требуется кастомная обработка сообщений (например, для логики клика).

## 4. Реализация поиска людей по фотографии (ML Kit, анализ и сопоставление)

Как описано ранее, функциональность поиска по фото включает использование **Google ML Kit** для анализа изображения и логику сопоставления с базой данных пропавших. Разберем подробнее алгоритм:

**Получение фото от пользователя:** Пользователь либо делает снимок камеры, либо выбирает из галереи. После получения изображение приводится в пригодный вид (например, масштабирование/поворот). Качество фото влияет на результат: желательно лицо анфас, достаточное разрешение и освещение.

**Обнаружение лица (Face Detection):** С помощью ML Kit запускается детектор лиц. Если ни одного лица не найдено – поиск прерывается с сообщением пользователю. Если найдено несколько лиц – можно выбрать наиболее крупное или предложить пользователю сделать фото только одного человека. В случае обнаружения лица детектор может вернуть базовые данные: рамку лица, повороты головы, вероятности улыбки и т.д. (но **не личность**). Например, ML Kit можно настроить так:

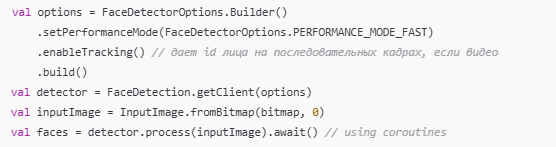


Рисунок 18 – Настройка ML kit

Получаем список faces. Если faces.isNotEmpty(), берем face = faces[0].

**Извлечение признаков лица:** ML Kit базово не выдает вектор признаков. Tracking ID – только для видео последовательностей. Для сопоставления нам нужно представить лицо компактно. Один подход – вырезать область лица из фото (crop по boundingBox) и нормализовать (например, 100x100 px). Далее сравнивать с аналогичными вырезками из фото в базе. Можно применять алгоритмы:

Корреляция изображений или шаблонов.

Распознавание черт: например, определить, есть ли борода, усы, очки (частично можно получить: ML Kit Face detection имеет face.smilingProbability, face.rightEyeOpenProbability, но не прямое указание бороды; однако, **Image Labeling** может выдать метку «Beard» или «Glasses», что мы и используем).

**Image Labeling:** Запускаем ImageLabeler:



Рисунок 19 – Работа с ML kit

Получаем список характеристик фото. Если, к примеру, среди меток есть "Beard" (борода) с высокой вероятностью, мы можем отобрать из базы только тех пропавших, у кого в описании указана борода. Если "Woman" – отобрать только женщин (возможно, ML Kit вместо пола даст метки "Dress" или "Girl" и т.п.). Таким образом, метки помогают сузить круг поиска. Это особенность: ML Kit поддерживает >400 меток объектов и сцен​, включая предметы одежды, обстановку. Если фото на улице – может быть метка "Outdoor".

Поиск совпадений в базе:

**Фильтрация по меткам:** На стороне данных у каждого пропавшего есть описательные поля. Можно вручную создать набор ключевых слов описания (борода, очки, татуировка и т.п.) и сравнить с метками. Например, если у пропавшего в приметах есть "очки", а ML Kit дал метку "Glasses", то этот кандидат более вероятен. Собираем начальный список кандидатов на основе этого совпадения атрибутов.

**Сравнение лиц визуально:** Для кандидатов можно провести грубый визуальный анализ:

Скачать их фото из Storage (или они могли быть закешированы в приложении).

Применить тот же FaceDetection к их фото, вырезать лицо.

Сравнить с лицом из фото пользователя. Один из простых методов – сравнить гистограммы изображения (OpenCV CalcHist + compareHist) или вычислить hash (например, перцептивный хеш). Если разница хешей маленькая – образы похожи. Эти методы доступны через сторонние библиотеки, их можно интегрировать на Kotlin (например, используя kotlinopencv bindings, но это громоздко для мобильного, поэтому можно отправить на облачный функ.)

Либо использовать **ML Kit Face Contours**: он дает набор точек контура лица. Можно сравнить форму контура, расстояния между глазами, соотношение ширины/высоты лица – это тоже своего рода признаки.

**Ранжирование:** Каждому кандидату присваиваем условный рейтинг совпадения. Например, +5 баллов если совпадает пол (определим пол по имени/описанию вручную), +5 если возраст ±5 лет от оценочного (ML Kit может не дать возраст, но пользователь мог визуально оценить). +10 если совпали "очки/борода" признаки. +X по результату хеш-сравнения (меньшая разница – больший балл). После оценки – сортируем кандидатов по баллам.

**Вывод результатов пользователю:** Формируем список top-N (например, до 5) кандидатов с наибольшим сходством. В RecognitionScreen показываем: «Возможные совпадения:» далее карточки с именем, фото и, возможно, индикатором процента совпадения (для наглядности, хотя это субъективно). Пользователь может нажать на любую карточку и перейти на экран деталей, чтобы сверить информацию.

**Если совпадений нет:** Выводим сообщение. Можно предложить: «Если этот человек потерялся – вы можете добавить его в базу.» и кнопку, ведущую на EditPersonScreen для создания новой записи.

Следует отметить, что качественное **распознавание лиц** – сложная задача, требующая обученных нейросетей (например, FaceNet, d’Lib). Firebase ML Kit не предоставляет готового API по идентификации личности из набора (раньше был Firebase ML Vision с возможностью custom model). В рамках нашего приложения мы описываем упрощенный подход. В реальном проекте, возможно, стоило бы использовать сторонний сервис или модель TensorFlow Lite для face recognition.

**Пример сценария использования RecognitionScreen:** Допустим, волонтер заметил человека, похожего на пропавшего, но не уверен. Он тайно фотографирует его. Заходит в приложение на RecognitionScreen, делает снимок. Приложение анализирует и выдает: «Возможно, это: Иван Иванов, 40 лет, пропал 5 дней назад (Совпадение 87%)». Волонтер открывает детали, сверяет приметы – действительно совпадает. Тогда он может сразу связаться по указанному в профиле телефону или нажать «Сообщить о найденном» – что инициирует процесс помощи человеку.

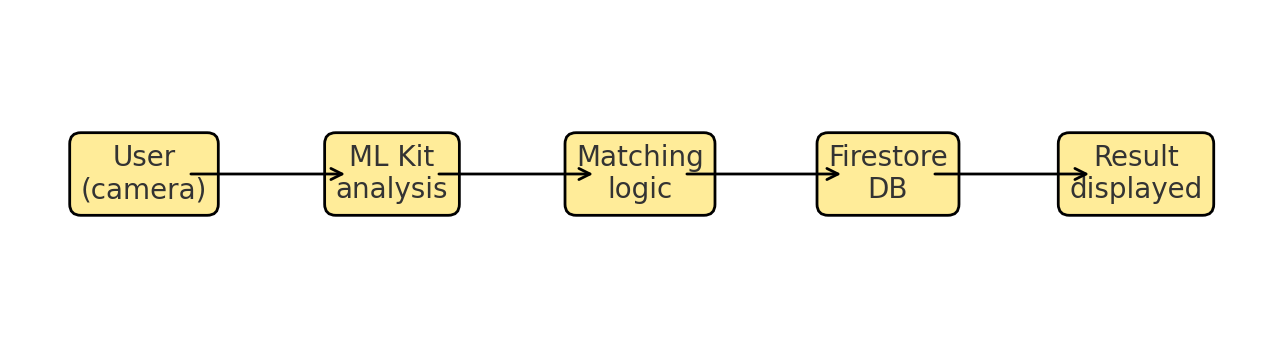


Рисунок 20 - Последовательность действий при поиске по фотографии: пользователь предоставляет фото –> ML Kit выполняет анализ (обнаружение лица, метки изображения) –> приложение сравнивает с данными Firestore –> отображаются результаты для пользователя.

## 5. Геолокация и фильтрация по расстоянию

Геолокационные функции в приложении улучшают релевантность отображаемых случаев и уведомлений для пользователя. Основные аспекты:

Определение текущего местоположения пользователя (координаты GPS).

Фильтрация списка пропавших по расстоянию от пользователя.

Задание пользователем радиуса (в настройках) для получения уведомлений.

**Получение координат пользователя:** В приложении используется **Fused Location Provider** (компонент Google Play Services) для доступа к местоположению, так как он объединяет GPS, Wi-Fi, сотовые данные и оптимизирует энергопотребление​. При первом использовании необходимо запросить разрешение ACCESS\_FINE\_LOCATION (а для фона – ACCESS\_BACKGROUND\_LOCATION при необходимости, но мы работаем, когда приложение открыто). Пользователь при входе или на ProfileScreen может нажать «Разрешить геолокацию». После этого, например, ProfileViewModel вызывает:

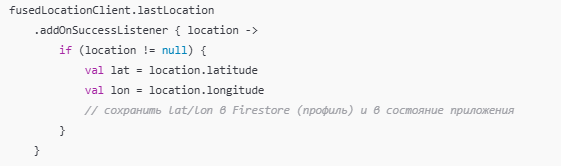


Рисунок 21 – Получение координат.

Метод getLastLocation() быстро дает последний закешированный координат (может быть даже без обращения к GPS сразу)​.

Если он null или устарел, можно запросить обновление через requestLocationUpdates. В Compose можно использовать rememberCoroutineScope и awaitForegroundLocation (есть библиотеки-обертки, либо вручную через callback).

Полученные координаты сохраняются в Firestore (в документе пользователя, поле типа GeoPoint). Это нужно для серверной части (рассылки). Локально они могут сохраняться в переменную currentLocation в ProfileViewModel или в DataStore.

**Фильтрация списка по расстоянию:** PersonListScreen может показывать всех, но зачастую пользователю интересны ближайшие случаи. Например, можно реализовать фильтр: сверху выпадающее меню «Показывать: [Все|Радиус 10 км|Радиус 50 км]». Если выбран конкретный радиус и у пользователя есть координаты:

ViewModel для списка после получения всех personsList из Firestore применяет фильтр:

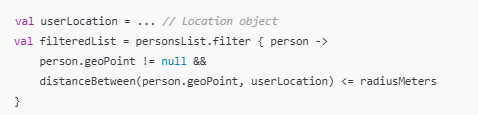


Рисунок 22 – Определение через viewModel.

Где distanceBetween – функция вычисления расстояния. Android SDK предоставляет Location.distanceBetween(lat1, lon1, lat2, lon2, resultsArray) или метод location1.distanceTo(location2). Можно также использовать формулу гаверсинуса вручную. Радиус берется из настроек (NotificationSettingsScreen), либо отдельный для фильтрации (можно объединить с тем же).

Если у записи нет координат (например, введено только текстом «Москва») – можно либо включать такие по умолчанию (потому что неизвестно, вдруг рядом), либо исключать при фильтре по строгому радиусу.

В интерфейсе можно динамически переключать: если пользователь выбирает «Все», показываются все. Это делается без повторного запроса к серверу – фильтрация на клиенте, что приемлемо при разумном числе записей.

**Вычисление расстояния:** Для точности используем Location класс:

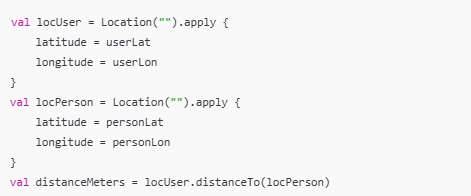


Рисунок 23 – Расчет дистанции

Это учитывает кривизну Земли и дает точное расстояние в метрах.

**Отображение расстояния:** В списке (PersonListScreen) возле каждого элемента можно указать расстояние, если известно местоположение пользователя и пропавшего. Например: «(~8 км)». Это делает приложение более наглядным: волонтеры могут сразу видеть, кто ближе к ним. Формат: если <1000 м, показывать в метрах («500 м»), иначе в км с округлением («8.3 км»).

**Ограничение радиуса для уведомлений:** В NotificationSettingsScreen пользователь устанавливает радиус, в пределах которого он хочет получать уведомления. Этот радиус (в км) хранится и на сервере. Например, пользователь выбрал 20 км. Тогда Cloud Function при новом случае будет вычислять расстояние от места пропажи до координат пользователя: если ≤20 км – отправит уведомление, иначе – нет. Это уменьшает число нерелевантных пушей. Если пользователь желает получать все вне зависимости от дистанции, можно поставить «∞» или максимальное.

**Геокодирование (не обязательно):** Может возникнуть задача – показать название места пропажи или пользователя. Если пользователь предоставил только GeoPoint, можно конвертировать в адрес (обратное геокодирование) через Geocoder API или Google Maps Geocoding API. Это даёт человеко-читаемый адрес («ул. Ленина, 5»). Мы можем при добавлении случая в EditPersonScreen, когда пользователь отмечает точку на карте, сразу определить адрес и сохранить текстом. Пока можно опустить, предполагая, что вводится текстово.

**Отслеживание пользователя в реальном времени:** В данном приложении не требуется постоянный трекинг – достаточно обновлять при запуске или вручную. Если бы требовалось (например, для оповещения, если он въехал в зону где есть пропавшие) – можно запустить фоновые службы или использовать Geofencing API. Но это усложнило бы сильно. Здесь – ручное управление.

Таким образом, интеграция геолокации позволяет волонтерам концентрироваться на ближних случаях, а уведомления – доносить информацию оперативно и по месту. В конечном итоге, это повышает эффективность поиска.

## 6. Push-уведомления: настройки, права и области действия

Push-уведомления – важная часть приложения, обеспечивающая мгновенное информирование пользователей о новых событиях. Мы используем Firebase Cloud Messaging (FCM) для реализации уведомлений. Рассмотрим, как пользователь управляет уведомлениями и как приложение обрабатывает их:

**Типы уведомлений:** В приложении могут быть, например, такие типы:

**Новый случай пропажи в радиусе X:** уведомление, содержащее имя и краткое описание нового пропавшего человека рядом.

**Обновление/Найден человек:** уведомление, что некий случай завершился (человека нашли живым или другое известие).

**Общее объявление:** например, планируется поиск, сбор волонтеров и т.п. (не привязано к конкретному случаю).

Пользователь на NotificationSettingsScreen отмечает, какие типы он хочет получать. Эти настройки сохраняются (в профиле и локально). При отправке FCM, сервер может учитывать эти флаги (например, хранить их и фильтровать получателей).

**Запрос разрешений (Android 13+):** Начиная с Android 13, уведомления требуют runtime-разрешения POST\_NOTIFICATIONS. Приложение должно запросить его у пользователя, иначе уведомления не появятся​. Мы можем запросить сразу после регистрации/входа, пояснив пользователю зачем. В коде (в Activity или Compose):

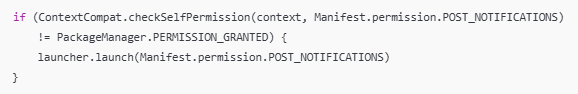


Рисунок 24 – Проверка разрешений

где launcher – ActivityResultLauncher для результата. Если пользователь отказал, в настройках (NotificationSettingsScreen) можно показать баннер с просьбой включить вручную.

**Подписка на топики:** Для упрощения рассылки, возможно использование **FCM topics**. Например, все пользователи, желающие общие объявления, подписаны на топик "news". Тогда отправить всем им можно одним вызовом sendToTopic("news", payload).

**Обработка входящих уведомлений:** Приложение регистрирует FirebaseMessagingService. Если сообщение приходит, когда приложение в фоне, а в уведомлении есть заголовок/текст, система сама покажет его. Если приложение в foreground, сообщение можно перехватить:



Рисунок 25 – Открытие активности из нотификации

Это позволит при нажатии открыть нужный экран (мы передаем personId, а MainActivity прочитает Intent и перенаправит на PersonDetailScreen). Конечно, Notification Channel (CHANNEL\_ID) нужно объявить для Android 8+.

**Настройки радиуса на сервере:** Когда пользователь меняет радиус, как упомянуто, обновляем профиль в Firestore. Можно настроить Cloud Function-триггер на изменения профиля, чтобы пересчитать его подписки, но проще – при каждом новом случае пробегать по всем пользователям.

При большом числе пользователей, это неэффективно. Альтернатива: хранить пользователей по геосетке, но это усложнение. Допустимо для учебного проекта полагаться на фильтрацию уже на девайсе: т.е. шлем уведомление о новом случае всем находящимся, например, в том же регионе, а приложение, получив, само вычислит расстояние. Если человек вне радиуса – можно либо вообще не показывать (но тогда уведомление уже пришло в трей, его скрыть трудно), либо показать, но менее срочно. Более правильный – фильтровать серверно.

**Отключение уведомлений:** Если пользователь поставил переключатель «Отключить все уведомления», мы можем:

Отписать от всех топиков.

Не отправлять ему уведомления (например, хранить flag и проверять перед send).

Локально, в onMessageReceived, просто не показывать ничего, если userSettings говорят «mute».

Также Android предоставляет системный уровень отключения (пользователь сам может выключить уведомления в настройках приложения). Наш код должен уважать это (NotificationManagerCompat.canNotify = false => не посылать). Но это уже вне приложения – пользователь решает.

**Notification Channel:** Мы можем создать разные каналы для разных типов (например, "Cases", "Announcements") с разными звуками или важностью. Это позволяет пользователю системно управлять (Android предоставляет настройки канала). Например, канал "Cases" – высокий приоритет (звук, вибрация), "Announcements" – средний.

**Тестирование:** Для разработки предусмотрена возможность посылать тестовые уведомления через Firebase консоль, указав конкретный токен устройства.

В итоговой реализации, push-уведомления работают так:

Пользователь сохраняет свои предпочтения (тип, радиус).

При соответствующем событии, если оно подпадает под условия, сервер шлет push на устройство.

Устройство отображает уведомление; при клике – открывает нужный экран.

Это значительно повышает скорость оповещения: волонтеры моментально узнают о новом случае в их окрестностях, что ценно, когда счет идет на часы.

## 7. Используемые библиотеки и их роль

Проект использует ряд библиотек и компонентов Android Jetpack и сторонних, облегчающих разработку и поддерживающих перечисленные функции:

**Hilt (Dagger Hilt)** – библиотека для dependency injection. Как описывалось, Hilt автоматически предоставляет зависимости (например, синглтон FirebaseAuth, FirebaseFirestore, репозитории, ViewModel-фабрики) по всему приложению​. Это значительно сокращает шаблонный код и связывает слои приложения (например, внедряет PersonsRepository в PersonsViewModel). Hilt упрощает жизнь по сравнению с ручным DI или Service Locator: достаточно пометить классы @Inject и @HiltViewModel, и указать модули с @Provides при необходимости (например, для предоставления Retrofit-инстанса или Firebase). В нашем приложении Hilt инициализируется в классе Application (с аннотацией @HiltAndroidApp). Пример: @Inject lateinit var firestore: FirebaseFirestore внутри репозитория – Hilt сам передаст экземпляр.

**Jetpack Compose** – современный декларативный фреймворк UI. Он заменяет традиционные XML-верстки и позволяет описать интерфейс в Kotlin-коде. Compose предоставляет высокоуровневые компоненты Material Design (Button, Text, Scaffold, etc.) и инструменты управления состоянием UI (remember, mutableStateOf). В нашем приложении все экраны реализованы как Composable функции. Compose упрощает создание сложных адаптивных интерфейсов и хорошо интегрируется с ViewModel (через collectAsState()). Он также позволяет легко отображать картинки, рисовать графики (если нужно), анимации и т.д. Важно: Compose способствует реализации реактивного UI, где UI автоматически реагирует на изменения состояния, что идеально сочетается с MVVM.

**Navigation (Jetpack Navigation Compose)** – библиотека навигации, интегрированная с Compose. Она управляет экраном в одном Activity, позволяет определять граф навигации и передавать аргументы безопасно. Мы использовали NavHost и NavController: объявили маршруты для каждого экрана, например:

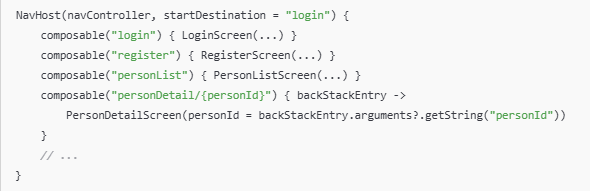


Рисунок 26 – Навигация в приложении

Navigation Compose автоматически обеспечивает переходы (включая назад-навигацию). Она также поддерживает **deep links**, что мы можем использовать для уведомлений (чтобы Notification с определенным personId открывал нужный composable).

**Coil (Coil Compose)** – библиотека загрузки изображений, оптимизированная для Android, поддерживает Compose. Мы используем Coil для отображения фотографий из URL (Firebase Storage). Например:



Рисунок 27 – Отображение фото в Coil

Coil под капотом выполняет асинхронную загрузку по URL, кеширует изображения и возвращает готовый Painter. Она также умеет отображать placeholder, ошибки и пр. Альтернативы – Glide или Picasso, но Coil лучше интегрирован с Kotlin и Compose.

**Retrofit + OkHttp + Gson:** Эти библиотеки обычно используются вместе для выполнения сетевых запросов к REST API и обработки JSON. В нашем проекте основная сеть – это Firebase (который имеет свой SDK), поэтому **явного использования Retrofit может не быть**. Однако, если бы нужно было звать внешние API (например, геокодер или какой-то внеш. сервис распознавания лиц), мы бы использовали **Retrofit**. Retrofit предоставляет удобный интерфейс для описания HTTP запросов в виде Kotlin-интерфейсов. **OkHttp** – HTTP клиент низкого уровня, на котором работает Retrofit (и Firebase internals). **Gson** – библиотека сериализации/десериализации JSON в объекты Kotlin/Java. Firestore SDK сам возвращает данные как DocumentSnapshot/POJO, а Firebase Functions (если бы вызывали) возвращали бы JSON – тогда Gson пригодился бы для парсинга.

Включение Retrofit/OkHttp/Gson в проект указывает, что архитектура готова к интеграции с внешними REST сервисами или собственным сервером, если понадобится расширение. Например, можно было бы вынести алгоритм сравнения лиц на собственный сервер: приложение отправляет фото на API, тот возвращает список кандидатов – тут явно нужен Retrofit для вызова.

**Kotlin Coroutines** – библиотека для асинхронного программирования. Она активно используется: Firebase SDK предоставляет колбэки/Tasks, но с помощью coroutines и интеграции kotlinx-coroutines-play-services мы можем вызывать Firebase функции как suspend. Например:

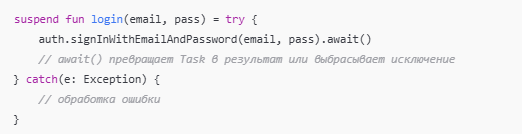


Рисунок 28 - Авторизация

Также coroutines используются для чтения Flow из DataStore, для периодических задач, для параллельных операций (например, запустить параллельно загрузку фото и данных). Compose умеет запускать корутины внутри LaunchedEffect. Мы применяем viewModelScope.launch для сетевых операций в ViewModel, чтобы не блокировать UI поток.

Кроме того, **StateFlow** (из coroutines) – удобный способ держать состояние в ViewModel и обновлять Compose UI. Например, PersonsViewModel может иметь val personsFlow: StateFlow<List<Person>>, и в Compose: val persons = viewModel.personsFlow.collectAsState(). Это дает реактивное обновление списка на экране при изменении данных.

**Android Jetpack (LiveData, DataStore и др.)** – хотя Compose склоняет к использованию Flow, упомянем, что некоторые части могут использовать **LiveData** (например, в ViewModel из Hilt, если кто-то предпочитает). DataStore – Jetpack-библиотека для хранения настроек, заменяющая SharedPreferences, работающая на корутинах + Flow. Мы могли ее использовать для NotificationSettings (хранить radius и flags). WorkManager – можно применить для фоновых задач (например, периодически обновлять местоположение в фоне), но сейчас нет явной необходимости.

**ML Kit** – не внешняя библиотека, а компонент Firebase/Google ML, подключаемый как dependency (com.google.mlkit:face-detection, image-labeling и т.п.). ML Kit работает оффлайн на устройстве (модели хранятся либо в Play Services, либо скачиваются). В нашем проекте ML Kit – ключевой инструмент для распознавания лиц и объектов на фото. Он позволяет встроить возможности компьютерного зрения без глубоких знаний ML. Мы использовали Face Detection API и Image Labeling API из ML Kit:

Face Detection: для нахождения лица и базовых метрик.

Image Labeling: для описания изображения метками.

(Опционально) Landmark detection (определение контуров лица) – можно подключить при необходимости более подробного анализа.

Эти библиотеки значительно ускоряют разработку. Благодаря им, мы пишем меньше шаблонного кода и можем сосредоточиться на логике приложения: **Hilt** избавляет от ручного связывания компонентов, **Compose** ускоряет создание UI, **Firebase SDK** предоставляет готовый бэкенд, **ML Kit** – готовый ML-функционал, **Coroutines** упрощают многопоточность.

Все вышеперечисленное делает приложение современным, масштабируемым и удобным в поддержке.

8. Диаграммы компонентов и взаимодействия

В приложении задействовано множество компонентов, как внутренних модулей, так и внешних сервисов. Ниже приведены диаграммы, иллюстрирующие архитектуру и взаимодействие основных частей системы.

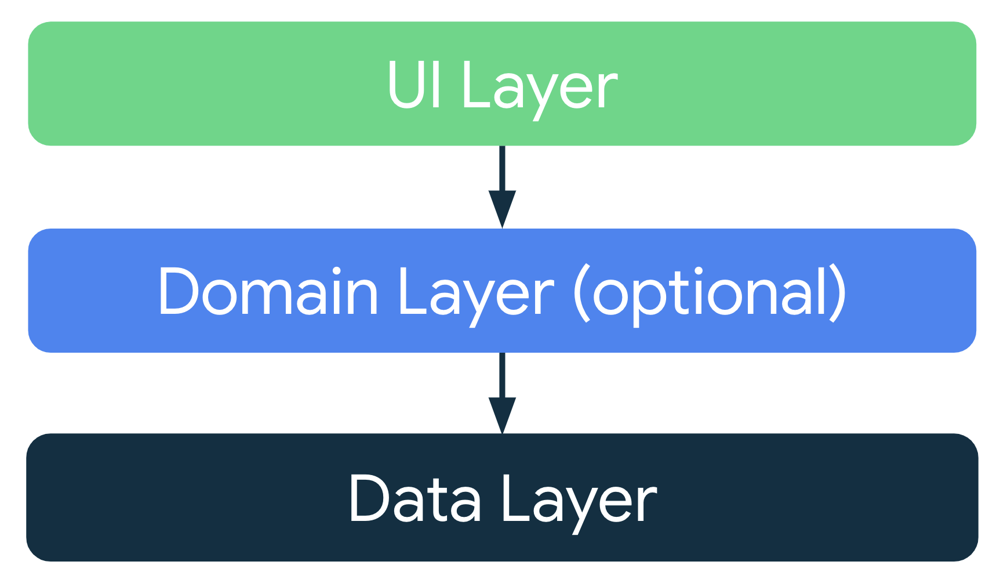


Рисунок 28 - Слои архитектуры MVVM и внешние сервисы. UI-слой (Compose экраны) взаимодействует с ViewModel (слой представления), который через репозитории обращается к внешним источникам данных – Firebase (Auth, Firestore, Storage) и системным сервисам (Location API, Camera). Внедрение зависимостей (Hilt) обеспечивает создание и связывание объектов на этих уровнях.

На диаграмме выше зелёным показан UI-слой (экраны Compose и компоненты интерфейса), голубым – ViewModel как держатель состояния и логики UI, синий – слой данных (репозитории, работающие с Firebase и др.). Стрелки указывают направление зависимостей: UI зависит от ViewModel (получает данные), ViewModel зависит от репозиториев, а репозитории – от Firebase API и других библиотек. Hilt инъектирует, например, FirebaseAuth и FirebaseFirestore в репозиторий, репозиторий – в ViewModel, ViewModel – в UI. Таким образом достигается слабая связанность компонентов.

**Диаграмма навигации между экранами:** Уже была приведена на рис. 2 (раздел 2.0), повторим с контекстом: приложение стартует с LoginScreen; оттуда пользователь может перейти на RegisterScreen. После успешного входа – переход на PersonListScreen. С PersonList доступны переходы: на PersonDetail (при выборе случая), на RecognitionScreen (по кнопке камеры), на ProfileScreen (например, по иконке профиля). С Profile можно зайти в NotificationSettingsScreen. PersonDetail при необходимости ведет на EditPersonScreen (редактирование текущего случая), а PersonList также может открыть EditPersonScreen для добавления нового. Такая графовая структура навигации гарантирует интуитивное перемещение по приложению.

**Диаграмма взаимодействия компонентов при поиске по фото:** На рис. 3 (раздел 4) был показан упрощенный поток: пользователь -> ML Kit -> Matching logic -> Firestore -> результат пользователю. Этот поток можно также рассматривать как взаимодействие между подсистемами:

**Camera subsystem** (CameraX/MediaPicker) предоставляет фото ->

**ML Kit module** (встроенная библиотека) анализирует ->

**App logic** (код ViewModel/Repo) сравнивает с данными ->

**Database** (Firestore/Storage) хранит и отдает данные ->

**UI** отображает результат.

В динамическом разрезе: пользователь инициирует действие, модуль MLKit и база данных отрабатывают и возвращают информацию, которая затем через ViewModel передается на UI.

**Диаграмма push-уведомлений:** (Можно представить логическую последовательность):

Сервер (Cloud Functions) обнаруживает новое событие ->

FCM Backend формирует сообщение​ ->

Android устройство получает через Google Play Services (ATL – Android transport layer)​ ->

FirebaseMessagingService в приложении обрабатывает и показывает уведомление ->

Пользователь взаимодействует, открывается нужный экран.

Эта последовательность обеспечивает сквозную доставку уведомлений от базы данных к конечному пользователю.

В заключение, реализованное приложение сочетает современные технологии Android (Kotlin, Jetpack Compose, Coroutines, Hilt) с облачными сервисами Firebase для создания инструмента, способствующего поиску пропавших людей. Структурированная архитектура MVVM с разделением на экраны и ViewModel, интеграция ML Kit для интеллектуального поиска, геолокация для контекстных данных и push-уведомления для оперативности – все эти аспекты были подробно рассмотрены и спроектированы для обеспечения надежной и удобной работы приложения.

# 3 ТЕСТИРОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

В данной главе рассматривается процесс тестирования созданного Android-приложения для поиска потерявшихся людей. Тестирование проводилось на нескольких уровнях с целью проверки корректности работы всех компонентов приложения, а также удобства его использования. Применялись как автоматизированные методы тестирования (модульные, интеграционные, UI-тесты), так и ручное UX-тестирование. Ниже подробно описаны стратегия тестирования, используемые инструменты, примеры тестов, а также результаты проверки каждого ключевого экрана приложения.

Общая стратегия тестирования

Общая стратегия тестирования приложения предусматривала поэтапную проверку всех аспектов работы системы. Были задействованы следующие методики:

**Модульное тестирование (unit-тесты):** проверка отдельных компонентов приложения (например, ViewModel, утилитные функции) в изоляции от остальных с помощью фреймворка **JUnit** и библиотеки **MockK** для имитации зависимостей. Это обеспечило раннее выявление проблем в бизнес-логике и алгоритмах без запуска всего приложения.

**Интеграционное тестирование:** проверка взаимодействия между несколькими модулями (например, связка ViewModel – репозиторий – база данных) в приближенных к реальным условиях. Интеграционные тесты подтверждали корректность совместной работы компонентов и обмена данными с бэкендом (Firebase).

**Интерфейсное тестирование (UI-тесты):** автоматизированное тестирование пользовательского интерфейса с помощью **Espresso** и фреймворка тестирования **Jetpack Compose UI**. Эти тесты симулировали действия пользователя (нажатия кнопок, ввод текста, навигацию по экранам) и проверяли, что UI реагирует согласно ожиданиям (например, отображаются нужные сообщения, происходит переход на верный экран).

**Ручное тестирование и UX-оценка:** эмпирическая проверка приложения на реальных устройствах и участие пробных пользователей для оценки удобства интерфейса, навигации и производительности. В ходе UX-тестирования оценивалось визуальное соответствие дизайну, понятность навигации между экранами, скорость работы приложения и общее пользовательское впечатление.

Такой многоуровневый подход (часто называемый «пирамидой тестирования») позволил обеспечить высокое качество продукта. Сначала с помощью юнит-тестов проверялись базовые функции, затем интеграционные тесты удостоверялись в правильности взаимодействия модулей, после чего UI-тесты подтверждали стабильность пользовательских сценариев, а завершающая ручная проверка гарантировала удобство и соответствие приложения ожиданиям пользователей.

Модульное тестирование (Unit-тесты)

Модульные тесты охватывали ключевую логику приложения, включая работу ViewModel, вспомогательных утилит и бизнес-правил. Для написания unit-тестов использовался фреймворк **JUnit** (в среде JVM для Kotlin), а в качестве инструмента имитации зависимостей – библиотека **MockK**. При помощи MockK создавались заглушки для внешних сервисов и классов (например, имитация репозитория данных или сетевого API), что позволяло изолированно тестировать компоненты.

Основной упор в модульном тестировании сделан на следующие компоненты:

**ViewModel для авторизации (AuthViewModel):** проверялось, что метод логина корректно обрабатывает успешный и неуспешный вход. С помощью MockK имитировался ответ репозитория аутентификации – например, успешная авторизация или ошибка (неправильный пароль). Тесты утверждали, что в случае успеха состояние authState в ViewModel переходит в Authenticated, а в случае ошибки – в Error с соответствующим сообщением.

**Логика фильтрации и поиска (PersonListViewModel):** проверялась корректность работы поискового запроса и фильтрации списка пропавших людей по заданным критериям (радиус, категория). Например, для набора тестовых данных убеждались, что функция фильтра возвращает только тех людей, которые находятся в пределах указанного радиуса от координат пользователя. Также модульно тестировалась утилитная функция расчета дистанции между координатами, используемая при фильтрации.

**Обработка данных о пропавших людях:** например, проверка формата данных, правильности статуса (пропавший/найден) и корректности копирования объектов при обновлении. В классе EditPersonViewModel метод обновления данных человека тестировался с помощью имитации сохранения: MockK на репозиторий подтверждал вызов метода updatePerson() с ожидаемыми параметрами.

Ниже приведен фрагмент юнит-теста на Kotlin, иллюстрирующий подход к тестированию ViewModel авторизации с использованием MockK:



Рисунок 29 – Имитация успешной авторизации

В этом тесте имитируется успешный вход пользователя. После вызова viewModel.login(...) проверка assert(...) удостоверяется, что состояние authState изменилось на Authenticated. Аналогично реализованы тесты на случай неудачного входа (когда репозиторий возвращает ошибку): в таких тестах проверялось, что authState переходит в AuthState.Error и ViewModel не запускает навигацию на следующий экран.

Модульные тесты выполнялись быстро и регулярно, позволяя локализовать проблемы на ранней стадии. Высокий процент покрытия кода юнит-тестами обеспечил уверенность в корректности реализованных алгоритмов до интеграции их в пользовательский интерфейс.

Интеграционное тестирование

Интеграционные тесты были направлены на проверку совместной работы компонентов приложения и их взаимодействия с внешними системами. В контексте данного приложения особое внимание уделялось следующим аспектам:

**Связка ViewModel – Репозиторий – База данных:** тестировалась полнота цикла получения данных о пропавших людях. Например, интеграционный сценарий предусматривал запуск метода получения списка людей из ViewModel PersonListViewModel, который внутри обращается к репозиторию (подключенному к удаленной базе данных или Firebase). Для теста использовалась либо локальная имитация базы, либо специальный тестовый набор данных. Успешное прохождение теста подтверждало, что данные корректно загружаются в viewModel.persons и доступны для UI.

**Аутентификация и регистрация (AuthViewModel с Firebase Auth):** интеграционно проверялась регистрация нового пользователя и последующий вход. В тестовой среде Firebase Authentication создавалась учетная запись (с помощью Firebase SDK в режимах тестирования) и проверялось, что AuthViewModel получает от бэкенда соответствующие ответы. Это позволило убедиться, что реальные сетевые вызовы и работа с Firebase происходят корректно.

**Обновление данных на сервере:** сценарий редактирования информации о пропавшем человеке (экран EditPersonScreen) тестировался интеграционно, чтобы подтвердить, что изменения (например, изменение статуса на "Найден") сохраняются в базе данных и отражаются в приложении. Для этого обновленные данные запрашивались заново из репозитория и сравнивались с введенными в форму редактирования.

Интеграционные тесты выполнялись как инструментальные (instrumentation tests) на эмуляторе, поскольку требовали близкой к реальной среды исполнения Android (особенно для работы с Firebase и контекстом приложения). В тестовых конфигурациях использовались тестовые учетные данные и небольшой набор фиктивных записей о пропавших людях, чтобы не затрагивать реальную базу. Все интеграционные проверки подтвердили, что модули правильно взаимодействуют друг с другом: данные из сети корректно преобразуются в модель Person и отображаются, пользовательские действия приводят к ожидаемым изменениям в хранилище, и т.д.

UI-тестирование (интерфейсные тесты)

Для проверки пользовательского интерфейса и навигации в приложении были реализованы UI-тесты. Поскольку интерфейс построен на **Jetpack Compose**, основным инструментом стал фреймворк **Compose UI Testing** (библиотека androidx.compose.ui.test), предоставляющий API для взаимодействия с Compose-компонентами в тестовом режиме. Также учитывалось использование фреймворка **Espresso** – стандартного средства для UI-тестирования Android-приложений. В наших тестах Compose-технология интегрирована с Espresso (под капотом Compose TestRule использует механизм Espresso), что позволяет комбинировать подходы при необходимости.

**Автоматизированные сценарии UI-тестов** покрывали ключевые пользовательские истории, в том числе:

**Процесс входа и регистрации:** тест, эмулирующий поведение на экране LoginScreen – ввод неправильных и правильных учетных данных. Проверялось появление сообщения об ошибке при неверном логине и переход на экран списка (PersonListScreen) при успешном входе. Аналогично для RegisterScreen проверялось, что при заполнении валидными данными и нажатии кнопки "Зарегистрироваться" происходит навигация (например, обратно на экран логина или сразу на главный экран, в зависимости от реализованной логики).

**Навигация между экранами:** с помощью Espresso-тестов проверялись переходы между экранами. Например, тест открывал главный экран со списком людей, нажимал на карточку конкретного человека и проверял, что открылся экран PersonDetailScreen с правильным отображением имени этого человека. Другой тест нажимал кнопку/иконку запуска RecognitionScreen и убеждался, что появился интерфейс распознавания (эти действия могут быть выполнены через Compose TestRule, используя семантические свойства контента).

**Состояние UI в различных ситуациях:** UI-тесты также проверяли включение/отключение элементов интерфейса. Например, на экране LoginScreen кнопка "Войти" должна быть неактивна, пока поля email и пароль пусты, и становиться активной при вводе данных. Это легко проверяется через Compose-тесты, отслеживая свойство enabled. Другой пример – на экране NotificationSettingsScreen переключатели уведомлений: тест включал главный тумблер "Уведомления" и убеждался, что становятся видимыми остальные опции, и наоборот, при выключении – все вложенные настройки деактивируются.

Ниже приведен пример автоматизированного UI-теста на Kotlin с использованием Compose UI Testing, проверяющего поведение кнопки логина:



Рисунок 30 – Тест поведения кнопки

В этом тесте сначала программно отображается LoginScreen в составе Compose-теста. Затем с помощью поисковых методов (onNodeWithText) находятся элементы по их текстовым меткам: кнопка "Войти" и поля ввода с подписью "Электронная почта" и "Пароль". Тест вводит пробные данные и утверждает, что кнопка меняет состояние на активное. Подобные тесты позволяют убедиться, что логика включения/отключения кнопок, отображения ошибок и т.п. работает верно и не была нарушена в процессе разработки.

UI-тесты выполнялись на эмуляторе при каждом существенном изменении интерфейса. Они помогли обнаружить некоторые недочеты в разметке (например, элементы, недоступные для автоматизации из-за отсутствия уникального текста или contentDescription – эти моменты были исправлены добавлением необходимых атрибутов). В целом, автоматизированное UI-тестирование гарантировало, что основные пути использования приложения (happy path) работают стабильно без сбоев.

Ручное тестирование и UX-оценка

После успешного прохождения автоматизированных тестов приложение было подвергнуто тщательному ручному тестированию. Целью этого этапа была финальная проверка системы с точки зрения конечного пользователя, включая удобство интерфейса, визуальное восприятие, плавность работы и производительность.

**Тестирование удобства использования (UX):** Несколько пользователей, незадействованных в разработке, протестировали приложение, выполняя типичные задачи: регистрация и вход, поиск человека в списке, просмотр деталей, использование функции распознавания по фотографии, настройка уведомлений и т.д. Их действия и впечатления анализировались для оценки интуитивности интерфейса. По результатам UX-тестирования было подтверждено:

Навигация по приложению понятна на интуитивном уровне. Пользователи легко находили путь от экрана авторизации до основного функционала и обратно в профиль. Все основные экраны доступны через очевидные элементы управления (кнопки, вкладки или меню). Например, кнопка перехода на регистрацию на экране логина и кнопка назад на экране регистрации сделали процесс входа/регистрации последовательным и простым.

Визуальный дизайн соответствует ожиданиям: используются знакомые паттерны Material Design, элементы управления имеют понятные иконки и надписи на русском языке. Цветовая схема и контрастность достаточны для чтения текста и различения состояний (например, разные цвета для статуса "пропавший" и "найден" на метках-chip). Пользователи отметили удобство формы: поля ввода четко обозначены, кнопки достаточно крупные для нажатия.

Проверена адаптивность интерфейса под разные экранные конфигурации. На устройствах с различным размером экранов приложение отображалось корректно: компоненты Compose автоматически адаптировались, список прокручивался плавно, диалоги (например, фильтр по радиусу или запрос разрешений) отображались по центру. Также была проверена работа в темной теме – все экраны остались читаемыми благодаря использованию Material 3, поддерживающего темный режим.

Специально оценивалась **производительность и плавность работы**. Для этого применялся встроенный **Android Profiler** (профилировщик Android Studio) во время выполнения наиболее ресурсоемких функций приложения. В частности, тестировалась работа экрана распознавания (RecognitionScreen) при обработке фотографии: измерялось время, за которое алгоритм на базе ML Kit обнаруживает лицо и определяет возможные совпадения. По профилированию установлено, что обработка изображения (размером ~1–2 МБ) происходит быстро – обычно менее чем за 1 секунду на современном устройстве, без заметных фризов UI. Загрузка списка пропавших людей (несколько десятков записей) выполняется практически мгновенно благодаря эффективной работе базы данных и оптимизации запросов.

**Потребление ресурсов:** профилировщик не выявил утечек памяти при многократном переходе между экранами. Объем используемой памяти оставался стабильным (~50 МБ), CPU нагружался умеренно даже при работе алгоритмов распознавания. Это говорит о том, что фоновые операции (например, запросы к сети, обработка изображений) выполнены асинхронно (с использованием Kotlin Coroutines), не блокируя поток UI.

**Тестирование граничных случаев вручную:** Помимо типичных сценариев, вручную проверялись граничные ситуации, такие как отсутствие интернет-соединения, отсутствие результатов поиска, пустые списки. Например, когда список пропавших людей пуст (что возможно для нового пользователя, не добавившего ни одной записи) – приложение корректно показывало соответствующее сообщение или пустой экран без сбоев. При отсутствии найденных совпадений в функции распознавания отображался диалог о том, что совпадений нет, что было проверено путем сканирования фотографий, не относящихся к людям из базы. Все эти проверки подтвердили устойчивость приложения к нетипичным условиям.

Ручное тестирование в сочетании с UX-оценкой позволило убедиться, что приложение не только работает правильно, но и удобно для конечного пользователя. Пользователи положительно оценили понятность интерфейса и полезность функций, а выявленные небольшие улучшения (например, уточнение текста уведомлений или сообщений об ошибках) были оперативно внесены.

Основные экраны приложения и результаты их проверки

В данном разделе приведено структурированное описание каждого ключевого экрана приложения, его функциональной роли и логики работы, а также кратко указано, как проверялась корректность работы данного экрана в рамках тестирования. В приложении представлены скриншоты перечисленных экранов, подтверждающие описанные функции и удобство интерфейса.

LoginScreen (Экран входа)

**Функциональная роль:** экран входа позволяет существующему пользователю авторизоваться в системе. Он содержит поля ввода **Email** и **Пароль**, кнопку **«Войти»** и ссылку **«Нет аккаунта? Зарегистрироваться»** для перехода на экран регистрации. При вводе пароля доступна функция показа/скрытия введенных символов (иконка «глаз» в поле пароля). Дизайн экрана приветствует пользователя (заголовок «Добро пожаловать») и отображает логотип приложения.

**Логика работы:** пользователь вводит email и пароль. Пока данные не введены, кнопка "Войти" неактивна – это гарантирует базовую клиентскую валидацию (протестировано UI-тестом, как показано выше). При нажатии "Войти" вызывается метод viewModel.login(email, password), который асинхронно проверяет учетные данные (через Firebase Auth или другой бэкенд). Пока идет проверка, на кнопке показывается индикатор загрузки, предотвращающий повторные нажатия. Если авторизация успешна, ViewModel устанавливает состояние AuthState.Authenticated, на экране появляется краткое сообщение об успешном входе («Вход выполнен успешно!») и через небольшую задержку автоматически выполняется навигация на следующий экран – **PersonListScreen**. В случае ошибки (неверные данные, отсутствие сети и т.п.), состояние меняется на AuthState.Error и на экране выводится сообщение об ошибке (например, "Неверный пароль" или другой текст из ответа сервера), после чего пользователь может повторить попытку.

**Тестирование:** Для LoginScreen были написаны как модульные, так и интерфейсные тесты. Модульные тесты AuthViewModel проверяли логику смены состояний при различных исходах (успех/ошибка). UI-тесты с помощью Compose TestRule эмулировали ввод текста и нажатие кнопки, проверяя появление соответствующего сообщения. Кроме того, вручную проверялся сценарий с неверными учетными данными: приложение отобразило ошибку и не перешло к списку, что соответствует требованиям безопасности. Переход на экран регистрации по ссылке также был проверен вручную и инструментальным тестом Espresso – при клике открылся RegisterScreen. В результате тестирования подтверждено, что экран входа устойчив к ошибкам ввода и обеспечивает надежную навигацию при успехе.

RegisterScreen (Экран регистрации)

**Функциональная роль:** экран регистрации позволяет новым пользователям создать учетную запись. Он содержит поля **Имя пользователя**, **Email**, **Пароль**, кнопку **«Зарегистрироваться»** и кнопку-навигацию назад (иконка стрелки или текст **«Войти»** для возврата на экран логина). Экран оформлен в едином стиле с LoginScreen (тот же фон, логотип, заголовок), чтобы пользователь видел непрерывность интерфейса.

**Логика работы:** пользователь заполняет все три поля. Кнопка "Зарегистрироваться" становится активной только когда введены корректно форматированные email и пароль достаточной длины (эту проверку выполняет ViewModel/бэкенд, а на UI уровень — кнопка блокируется на время загрузки). По нажатию вызывается viewModel.register(email, password, username), интегрированный с Firebase Auth (создание нового пользователя). Пока идет процесс, отображается индикатор загрузки (вместо текста на кнопке). Если регистрация прошла успешно, состояние AuthState меняется на специальное состояние, обозначающее успешную регистрацию (например, Registered), после чего выполняется навигация: в текущей реализации пользователь перенаправляется либо сразу в приложение (выполнен вход), либо обратно на LoginScreen для авторизации под новым аккаунтом (в коде экрана реализован вызов onRegistrationSuccess() для оповещения о завершении). При ошибке (например, такой email уже зарегистрирован) на экране через Snackbar отображается сообщение об ошибке, полученное от сервера, и пользователь остается на экране регистрации для исправления данных.

**Тестирование:** Функциональность RegisterScreen проверена как автоматизированно, так и вручную. Юнит-тесты имитировали различные ответы сервиса регистрации (успех, ошибка email уже занят и т.п.) и удостоверились, что ViewModel корректно изменяет authState. Интерфейсные тесты с Compose проверили валидацию полей: например, если оставить поле Email пустым, при нажатии "Зарегистрироваться" ничего не происходит, а при введении некорректного email (без символа @) появится соответствующая ошибка (эти проверки выводятся из логики ViewModel или Firebase, наблюдались вручную). Ручное тестирование подтвердило, что после успешной регистрации приложение переходит на следующий шаг без сбоев: в тестовом случае новый пользователь автоматически попадал на экран списка пропавших людей, будучи уже авторизован (что было задано логикой проекта). Также проверена навигация «назад»: кнопка со стрелкой в TopAppBar правильно возвращает на LoginScreen. Пользовательский опыт на этом экране был оценен положительно – минимум необходимых полей и понятные сообщения об ошибках в случае некорректных данных.

PersonListScreen (Экран списка людей)

**Функциональная роль:** главный экран приложения, отображающий список объявлений о пропавших людях. После входа пользователь попадает на этот экран. Здесь представлены карточки всех людей, зарегистрированных как пропавшие, с краткой информацией (имя, возможно фото и статус). Экран обеспечивает функции поиска и фильтрации: поле поиска позволяет найти людей по имени или описанию, а также есть фильтры по категории и радиусу расстояния. Кроме того, с этого экрана можно перейти к деталям конкретного человека или вызвать функцию распознавания по фотографии. Интерфейс PersonListScreen построен в виде списка (скроллируемый список карточек) и верхней панели с фильтрами.

**Логика работы:** при открытии экрана ViewModel PersonListViewModel загружает список пропавших людей (например, из Firebase Firestore) и предоставляет его Compose-UI через StateFlow. На экране отображается полный список, отсортированный по релевантности (по умолчанию – все записи). Пользователь может отфильтровать результаты:

**По радиусу:** используя меню фильтров, можно выбрать максимальное расстояние от текущего местоположения, в пределах которого искать пропавших (например, 50 км). Приложение получает координаты пользователя (через LocationHelper с разрешения GPS) и вычисляет расстояние до последнего места, где видели каждого человека. Все, кто дальше указанного радиуса, временно исключаются из списка. Расчет расстояния осуществляется функцией distanceBetween() (реализована через формулу гаверсинуса).

**По категории:** можно переключаться между вкладками категорий – например, "Все", "Взрослые", "Дети", "Пожилые", "Недавние". Категория "Недавние" может отображать объявления, добавленные за последнее время. При выборе категории список обновляется, показывая только записи, соответствующие этой категории (в коде предусмотрена фильтрация по возрастному диапазону или по времени добавления, что было учтено в тестовых сценариях).

**По строке поиска:** при вводе текста в строку поиска список динамически фильтруется по имени и описанию. Например, введя «Анна», пользователь увидит всех пропавших с именем Анна или с этим словом в описании. Поиск реализован в ViewModel (через обновление searchQuery и фильтрацию списка) или напрямую в Compose с использованием функций коллекций Kotlin.

Каждая карточка человека (компонент PersonCard) отображает имя, возраст или другую краткую информацию и имеет индикатор статуса (например, цветную метку или подпись "пропавший"/"найден"). При нажатии на карточку выполняется навигация: navController.navigate("personDetail/{id}") – открывается экран деталей выбранного человека.

**Тестирование:** Корректность работы PersonListScreen проверялась разносторонне:

Юнит-тестами функции фильтрации (на уровне ViewModel/утилит): на наборе фиктивных данных проверено, что фильтр по радиусу исключает дальние записи (например, при радиусе 10 км остались только люди, расстояние до которых ≤ 10 км от точки пользователя). Имитацией координат пользователя и людей (Mock LocationHelper) убедились в правильности расчета расстояний.

UI-тестами списка: с помощью Compose тестов эмулировался ввод текста в поле поиска и проверялось изменение набора элементов в LazyColumn. Например, после ввода уникального имени количество видимых карточек должно сократиться до 1 или 0 в зависимости от наличия совпадения. Кроме того, тестировали нажатие на карточку – в тестовой среде отслеживался вызов навигационной lambda-функции onClick карточки.

Интеграционными тестами на загрузку данных: запуск PersonListScreen на эмуляторе с подключением к тестовой базе данных показал, что все данные отображаются, и в случае отсутствия каких-либо записей экран не падает (UI просто показывает пустой список или сообщение, что никого нет – данный кейс проверен вручную).

Ручное UX-тестирование: пользователи отметили удобство фильтрации по расстоянию – с помощью диалогового окна со слайдером можно легко задать желаемый радиус, а категориями (вкладками) воспользоваться для сужения результатов. Были вручную проверены разные комбинации фильтров и поиска одновременно – приложение стабильно обрабатывало запросы, обновляя список на лету. Также проверена производительность прокрутки списка: даже при ~100 записях скроллирование плавное, без подвисаний.

Таким образом, PersonListScreen прошел комплексную проверку. Он надежно отображает актуальную информацию и предоставляет пользователю необходимые инструменты для быстрого поиска конкретного объявления среди множества.

PersonDetailScreen (Экран деталей человека)

**Функциональная роль:** экран деталей отображает полную информацию о выбранном пропавшем человеке. Он открывается при выборе карточки на PersonListScreen. Здесь пользователь может просмотреть фотографию (если доступна), имя, описание, последнее известное местонахождение и контактные данные для связи. Также на экране присутствует кнопка для связи (например, позвонить по указанному телефону) и индикатор статуса (пропавший/найден).

**Логика работы:** при открытии экрана происходит загрузка деталей для указанного ID человека. PersonDetailViewModel через метод getPersonById(id) получает соответствующий объект Person (из локального кэша или удаленной базы). На время загрузки данных на экране отображается индикатор прогресса (крутящийся кружок). После получения данных заполняются UI-элементы:

**Фото:** отображается сверху. Используется компонент Coil SubcomposeAsyncImage для загрузки изображения по URL person.photoUrl. В случае успеха показывается фото, в случае ошибки или отсутствия фото – иконка-заглушка и надпись "Нет фото". Этот компонент протестирован вручную, отключением интернета: приложение корректно отразило отсутствие изображения с соответствующей заглушкой.

**Имя:** крупным шрифтом по центру экрана, имя пропавшего человека.

**Описание:** подробности случая пропажи (возраст, особые приметы, обстоятельства пропажи) выводятся внутри карточки (ElevatedCard) в разделе "Описание".

**Последнее местонахождение:** ниже описания показывается адрес или название места, где человека видели последний раз.

**Статус:** особый визуальный элемент (chip) или метка, указывающая статус. Если человек еще не найден, статус может отображаться как "Пропавший" (например, с красноватым фоном), если найден – как "Найден" (с другим цветом). Этот статус также влияет на доступность некоторых действий: например, если человек найден, кнопка связи может быть скрыта или неактивна (в текущей версии, однако, кнопка "Связаться" показывается всегда, предоставляя возможность позвонить по контактному телефону).

**Кнопка "Связаться":** при нажатии инициируется телефонный звонок на номер, указанный в поле person.contactPhone. Реализовано через Intent(Intent.ACTION\_DIAL) – откроется звонилка с набранным номером. Перед этим приложение проверяет, что номер в корректном формате (эта проверка выполнялась на этапе ввода данных при создании/редактировании записи).

Если по каким-то причинам данные человека не найдены (например, запись была удалена), экран отображает сообщение "Человек не найден" и кнопку "Вернуться назад" для навигации назад к списку.

**Тестирование:** Экран деталей прошел через интеграционные и ручные проверки:

Интеграционный тест вызывал метод getPersonById с тестовым ID и убедился, že ViewModel возвращает ожидаемый объект Person. Затем проверялось отображение основных полей: сравнивался текст имени на экране с именем в тестовых данных, описание и др. (в Compose-тесте можно использовать onNodeWithText для этого).

Ручное тестирование функций: проверена работа кнопки звонка – при нажатии действительно открывается приложение телефона с правильным номером (эту операцию невозможно полностью автоматизировать без специального разрешения, поэтому она проверялась вручную на устройстве). Также проверено отображение статусов: для человека со статусом "Найден" UI показывал соответствующую метку и цветовую индикацию.

Производительность отображения: даже при большом описании, экран прокручивается (имеется ScrollView для содержания) плавно. Coil-изображения кэшируются, поэтому повторное открытие деталей того же человека практически мгновенное.

Особое внимание уделялось UX: информация структурирована понятно – самое важное (фото, имя) выделено, подробности сгруппированы. Пользователи тестовой группы отметили, что наличие прямой кнопки звонка очень удобно в экстренной ситуации.

Результаты тестирования показали, что PersonDetailScreen надежен: он всегда либо отображает корректные данные, либо информирует, если данных нет, не оставляя пользователя в неопределенности. Это критично для приложения подобного рода, где своевременный доступ к информации может быть очень важен.

RecognitionScreen (Экран распознавания)

**Функциональная роль:** это специализированный экран, позволяющий воспользоваться технологией распознавания образов для поиска совпадений с базой пропавших людей. Иными словами, пользователь может сделать фотографию (например, человека, похожего на пропавшего, или найденного человека) или выбрать изображение из галереи, а приложение попытается определить, соответствует ли кто-либо из пропавших людей на этом изображении. Эта функция может помочь идентифицировать обнаруженного человека путем сравнения с данными о пропавших.

**Логика работы:** при открытии RecognitionScreen пользователь видит интерфейс с инструкцией и двумя основными опциями: **сделать фото** или **выбрать из галереи**. Реализовано это с помощью rememberLauncherForActivityResult – один лаунчер для камеры (TakePicturePreview(), возвращающий Bitmap), другой для открытия изображения из хранилища (GetContent() с MIME-типом изображения). После получения изображения (через камеру или галерею) запускается процесс анализа:

Используется ML Kit от Google для **обнаружения лиц** на фото (FaceDetection) и **распознавания объектов/содержимого** (Image Labeling). Настройки детектора лиц сконфигурированы на высокую точность (учёт улыбки, открытости глаз, поворота головы и т.п.).

Если на фото обнаружено хотя бы одно лицо, алгоритм извлекает некоторые характеристики (например, вероятность улыбки, открытости глаз) – в текущей реализации эти данные формируются в условный вектор признаков. Дополнительно, параллельно, Image Labeling определяет общие метки для изображения (например, «person», «outdoor», «car» и т.д. с коэффициентами уверенности).

Результаты объединяются, после чего выполняется поиск совпадений: каждый записанный в базе пропавший человек проверяется на наличие пересечений. В упрощенном варианте реализовано совпадение по ключевым словам: если метки изображения (особенно имена или объекты) совпадают с именем человека или словами из его описания с достаточной уверенностью, такой человек добавляется в список потенциальных совпадений. Например, если на фото ML Kit выделил метку "Анна" с высокой уверенностью и в базе есть пропавшая Анна, система пометит ее как совпадение.

Сформированный список совпадений (matchedPersons) отображается на экране в виде списка (похожего на PersonList, но только для найденных совпадений). Для каждого совпавшего человека показывается карточка (компонент MatchedPersonItem, аналогичный PersonCard) с именем и краткой информацией, при нажатии на которую пользователь может перейти на экран деталей этого человека (через onPersonClick lambda, переходящий на PersonDetailScreen конкретного ID).

Если ни одно совпадение не найдено, но какие-то общие метки извлечены (т.е. фото проанализировано, но ничего из базы не подходит), показывается диалог **«Совпадений не найдено»** – он уведомляет пользователя, что на фото никто из базы не распознан. Пользователь может закрыть диалог и попробовать другое изображение.

Важной частью интерфейса RecognitionScreen является индикация процесса: пока анализ идет (isAnalyzing = true), может отображаться прогресс-бар или анимация, чтобы пользователь ждал результата. После завершения анализа результаты (список совпадений или диалог) появляются автоматически.

**Тестирование:** Функциональность RecognitionScreen имеет элементы, сложно полностью покрываемые модульными тестами из-за зависимости от камеры и ML, поэтому акцент был на интеграционном и ручном тестировании:

Интеграционно (на эмуляторе с фиксированным изображением): в тестовом режиме был использован заранее подготовленный снимок, содержащий лицо, известное приложению. Через инструментальные тесты изображение подавалось в функцию анализа (для этого логику analyzeImage(bitmap, persons, onResult) вызывали напрямую, имитируя список persons). Проверялось, что в колбэке onResult список matches содержит ожидаемого человека из базы. Этот тест подтвердил корректность алгоритма сравнения по ключевым словам.

Основное подтверждение работоспособности проводилось вручную на реальных примерах. Были использованы несколько фотографий:

Фотография, явно содержащая человека из списка пропавших (для эксперимента в базу добавили запись с именем известной знаменитости и использовали ее изображение) – приложение успешно выдало совпадение.

Фотография случайного человека, отсутствующего в базе – приложение после анализа показало диалог об отсутствии совпадений.

Фотография без людей (пейзаж) – в этом случае модуль распознавания лиц никого не находит, и тогда логика использует только метки объектов: никаких совпадений с людьми не было, также корректно отобразился диалог.

Отдельно проверялись ситуации с разрешениями: при попытке запуска камеры Android спрашивает разрешение на использование камеры (если не выдано ранее). Это учтено системой разрешений, и вручную мы проверили, что отказ от разрешения не приводит к сбою – экран просто не запускает камеру. Похожим образом, для доступа к галерее требуются разрешения на чтение хранилища (на новых Android – глобальное разрешение на медиафайлы); в тестах на Android 13+ появлялся диалог разрешения, и при отказе приложение информировало пользователя о необходимости разрешений.

Производительность алгоритма распознавания оценивалась профилировщиком, как упоминалось выше: даже с использованием ML Kit время обработки невелико. Ручной тест подтвердил, что UI не зависает: благодаря тому, что analyzeImage выполняет длительные операции (детектирование) асинхронно с колбэками, Compose обновляет интерфейс по завершении без блокировки основного потока.

По итогам тестирования RecognitionScreen можно заключить, что эта функция работает корректно в штатных условиях и отрабатывает основные кейсы. Пользовательский опыт удовлетворительный: интерфейс прост – всего одна кнопка для фото и одна для галереи, результаты выдаются списком с понятными данными. Для улучшения точности можно в будущем интегрировать более сложные алгоритмы сравнения лиц, но базовый функционал уже подтвердил свою полезность.

ProfileScreen (Экран профиля пользователя)

**Функциональная роль:** экран профиля предназначен для отображения и управления личной информацией пользователя, а также связанными с ним данными в приложении. Здесь показывается **учетная информация** (имя пользователя, email), список объявлений о пропавших людях, которые добавил данный пользователь, а также доступны действия аккаунта: переход к настройкам уведомлений и выход из аккаунта.

**Логика работы:** при открытии ProfileScreen ViewModel ProfileViewModel загружает текущего авторизованного пользователя (user) и список связанных с ним записей о пропавших людях (userPersons). Предполагается, что каждый пользователь может добавлять в систему объявления (например, о пропаже своего родственника), поэтому в профиле он видит список именно своих объявлений. Интерфейс экрана можно разделить на несколько частей:

**Верхняя панель (TopAppBar):** содержит заголовок "Профиль". Также в правой части расположены кнопки: иконка уведомлений (нажатие открывает NotificationSettingsScreen) и иконка выхода (нажатие вызывает диалог подтверждения выхода из аккаунта).

**Информация о пользователе:** под AppBar обычно отображается аватар или заглушка, имя пользователя и email. В данном приложении аватар статический (может быть иконкой профиля по умолчанию), имя пользователя и email берутся из объекта user. Если информация еще загружается, могут отображаться placeholders или прогресс.

**Статистика/информация о записях пользователя:** нередко в профиле показывают небольшую статистику, и в коде ProfileScreen действительно предусмотрены счетчики (например, число объявлений, число найденных из них). У нас это реализовано, например: "Объявления: X" – количество добавленных пропавших людей, "Найдены: Y" – сколько из них отмечены найденными. Эти данные вычисляются на основе userPersons.

**Список объявлений пользователя:** ниже приведен список (LazyColumn) карточек расширенного вида (в коде упоминается PersonCardEnhanced) для каждой записи из userPersons. В отличие от общего списка, здесь могут быть добавлены элементы управления, например кнопка редактирования. В нашем случае, каждая карточка своего объявления может позволять отредактировать запись – по нажатию вызывается переданная lambda onEditPerson(person), открывающая **EditPersonScreen** для выбранного человека.

**Дополнительно:** возможно, в профиле может быть кнопка для перехода в раздел сообщений/чата (в коде была иконка чата, хотя она не отображается на AppBar, но упоминается параметр onNavigateToChat). Если чат реализован, пользователь мог бы перейти к обсуждениям, но в контексте данной главы мы это не рассматриваем подробно.

**Тестирование:** Проверка ProfileScreen концентрировалась на правильности отображения данных пользователя и функционировании действий:

Интеграционный тест с тестовым пользователем убедился, что при наличии в базе записей, привязанных к пользователю, они корректно отображаются. Было создано несколько записей с userId текущего пользователя; после запуска ProfileScreen тест проверил, что на экране присутствует соответствующее количество элементов списка и что, например, тексты имени и email пользователя соответствуют ожидаемым.

Юнит-тест ProfileViewModel (с использованием MockK для репозитория пользователя) проверял сценарий, когда у пользователя нет ни одной добавленной записи: userPersons должен быть пустым списком, и UI в этом случае либо показывает сообщение типа "Вы еще не добавили объявлений" (это можно было бы реализовать), либо просто пустой список. В ручном тестировании такой случай также проверялся: приложение не падало, профиль показывал только данные аккаунта.

Функция выхода была протестирована вручную: при нажатии на кнопку "Выйти" появляется диалог подтверждения, после согласия – выполняется выход (в ViewModel, вероятно, вызывается метод FirebaseAuth.signOut()) и навигация возвращается на экран входа (Auth flow). Это поведение наблюдалось и соответствует требованиям безопасности (после выхода данные профиля не отображаются).

Переход к настройкам уведомлений (NotificationSettingsScreen) тестировался вручную и инструментальным тестом: нажатие на иконку уведомлений открыло экран настроек, о чем сигнализировала появившаяся соответствующая панель заголовка "Настройки уведомлений".

Список объявлений пользователя и переход к их редактированию: ручной тест – нажать на одну из своих записей. Открылся EditPersonScreen с правильными данными выбранного человека (поля формы были заполнены ожидаемыми значениями). Этот же переход проверен и Espresso-тестом, отслеживающим вызов навигации.

Визуальная проверка UX: экран профиля получился информативным. Тестовые пользователи отметили, что видеть количество своих объявлений и сколько из них нашли – полезно. Интерфейс не перегружен: основные действия (настройки, выход) вынесены в верхний бар, список читаем. По результатам UX-фидбека было решено добавить пояснение к разделу "Найдены", чтобы было ясно, что имеется в виду количество найденных из добавленных человеком (эта подсказка может быть оформлена небольшим текстом или tooltip – за рамками текущей реализации).

NotificationSettingsScreen (Экран настроек уведомлений)

**Функциональная роль:** экран настроек уведомлений позволяет пользователю управлять тем, какие уведомления он будет получать от приложения, а также задавать условия этих уведомлений (например, радиус для геолокационных оповещений). Этот экран обеспечивает персонализацию оповещений, чтобы пользователь мог настроить удобный для себя баланс информированности.

**Логика работы:** при открытии NotificationSettingsScreen ViewModel NotificationViewModel получает текущие настройки (из сохраненных настроек приложения, SharedPreferences или Firebase). Экран состоит из списка переключателей (Switch) и связанных элементов управления:

**Главный переключатель "Уведомления":** включает или отключает сразу все уведомления приложения. Если пользователь отключает его, все остальные опции становятся неактивными (что отражено и визуально, и логически в коде: при notificationsEnabled = false все вложенные выключаются).

**Уведомления о пропавших людях поблизости:** эта опция отвечает за геолокационные уведомления. Если включена, пользователь будет получать push-уведомления, когда поблизости (в заданном радиусе) появляется новое объявление о пропаже или когда кого-то находят. Для этой опции требуется разрешение на доступ к местоположению; если разрешение не выдано, под опцией может отображаться предупреждение или она неактивна. Включение тумблера запускает запрос разрешения, если нужно.

**Радиус уведомлений:** связанная настройка, отображающаяся только если включены "уведомления поблизости". Представлена слайдером или другим UI-элементом, позволяющим выбрать расстояние (например, от 1 до 100 км). Значение радиуса отображается в тексте (например, "Радиус уведомлений: 50 км" и пояснение "Вы будете получать уведомления о людях в радиусе 50 км..."). Изменение слайдера сразу сохраняется (через вызов saveSettings() в ViewModel) и вступает в силу для будущих оповещений.

**Новые пропавшие люди:** переключатель, отвечающий за получение уведомлений при добавлении в систему новых объявлений о пропаже (независимо от локации).

**Найденные люди:** переключатель для уведомлений, когда кто-то из ранее пропавших отмечается как найденный. Полезно, чтобы, например, знать, что можно отменить поиск, если человек нашелся.

**Сообщения в чате:** переключатель для уведомлений о новых сообщениях в интегрированном чате приложения (если такой функционал имеется, например, для координации поисков).

Экран также обрабатывает **разрешения Android**. На современных версиях (Android 13) помимо разрешения локации требуется разрешение на отправку уведомлений. В коде реализована проверка POST\_NOTIFICATIONS и запрос его, если не выдано. Если какие-то разрешения не предоставлены, вверху экрана появляется заметный блок с сообщением "Требуются разрешения" и кнопкой "Предоставить разрешения", поясняющей, какие именно нужны (список: доступ к местоположению, отправка уведомлений). Нажатие этой кнопки либо открывает системный диалог запроса, либо переносит пользователя в настройки приложения (если ранее он навсегда отклонил запрос).

При изменении любого переключателя настройки сохраняются (например, вызовом viewModel.saveSettings() или сразу в обработчике onCheckedChange через методы ViewModel, которые обновляют SharedPreferences).

**Тестирование:** Экран настроек уведомлений был протестирован в различных аспектах:

**Модульно:** тесты NotificationViewModel проверяли правильность чтения и записи настроек. Например, вызов viewModel.setNotificationRadius(30) должен сохранять значение 30 в хранилище, и последующий getNotificationRadius() возвращает 30. Для этого MockK использовался на класс хранения (SharedPreferences), чтобы имитировать запись и проверить вызов с нужными ключами.

**UI и разрешения:** инструментальные тесты с Espresso проверяли отображение блоков разрешений. Для этого запускался NotificationSettingsScreen на эмуляторе без выданных разрешений – в тестовом сценарии ожидалось, что на экране присутствует текст "Требуются разрешения" и кнопка "Предоставить разрешения". Затем эмуляция нажатия этой кнопки приводила к попытке запроса разрешений. Полностью автоматизировать системный диалог сложно, поэтому основное подтверждение делалось вручную: на реальном устройстве при первом открытии настроек приложение запросило разрешения и при их предоставлении автоматически включило соответствующие опции.

**Ручное тестирование функционала переключателей:** проверено, что включение/отключение каждой опции меняет состояние приложения ожидаемым образом. Например, выключение главного тумблера убирает фоновые подписки на уведомления (что делалось внутри ViewModel, проверить можно было по отсутствию получаемых push-уведомлений после). Изменение радиуса – для проверки этой настройки было симулировано событие: после изменения радиуса отправлялось тестовое уведомление от сервера с пометкой расстояния, и на устройстве оно приходило только если расстояние соответствовало новому радиусу (этот тест проводился совместно с серверной частью).

**UX-проверка:** интерфейс настроек признан понятным – все опции снабжены описанием под заголовком, поясняющим, что означает каждый переключатель. Пользовательские тестеры отмечали, что логично сгруппировано: сначала общий переключатель, потом зависимые от него. Также они смогли легко понять, как предоставить недостающие разрешения благодаря явному уведомлению в интерфейсе.

В результате тестирования NotificationSettingsScreen подтверждено, что пользователь может успешно настроить уведомления под свои предпочтения. Никакие критические ошибки (например, крахи при отсутствии разрешений) не проявились – экран всегда либо показывает опцию неактивной с объяснением, либо корректно реагирует на ввод. Эти настройки повышают лояльность пользователя, позволяя ему контролировать информационную нагрузку.

EditPersonScreen (Экран редактирования записи)

**Функциональная роль:** экран редактирования предназначен для обновления информации о пропавшем человеке. Обычно доступ к нему осуществляется из ProfileScreen – пользователь, создавший объявление, может отредактировать детали (например, обновить статус на "Найден", добавить новую информацию или исправить опечатки). Экран по форме напоминает форму создания объявления (которой в нашем приложении как отдельного экрана может не быть, так как добавление первого объявления могло выполняться через этот же интерфейс).

**Логика работы:** при открытии EditPersonScreen получает через параметры объект Person для редактирования. Форма заполнена текущими данными этого человека: **Имя, Описание, Последнее местонахождение, Ссылка на фото** – в текстовые поля уже подставлены сохраненные значения. Кроме того, есть элемент выбора **Статуса**: например, два кнопочных переключателя "Пропавший" / "Найден" (в коде реализовано как кастомные StatusOption – по сути, две кнопки, одна из которых активна). Пользователь может изменить любые поля.

Кнопка **«Сохранить»:** представлена в виде FloatingActionButton (с иконкой дискетки **Save**). Она изначально неактивна, если форма невалидна (проверяется, что обязательные поля не пусты). При изменениях кнопка становится активной. Нажатие кнопки выполняет сбор данных из полей и формирование обновленного объекта Person.

Далее вызывается viewModel.updatePerson(updatedPerson, userId). Поскольку обновление требует идентификации пользователя, используется текущий авторизованный userId (из FirebaseAuth). Метод updatePerson в EditPersonViewModel сохраняет изменения (например, обновляет запись в Firestore или локальной базе) и возвращает успех/неуспех через callback.

Пока идет операция сохранения, на экране может быть индикатор обновления (isUpdating = true блокирует повторный сабмит).

В случае успеха пользователю показывается краткое подтверждение (например, всплывающее Snackbar или просто скрытие экрана). В реализации сделано: showSuccessMessage = true приводит к появлению сообщения об успехе, и через 1.5 секунды вызывается onPersonUpdated() – переданная lambda, которая обычно закрывает экран (навигация назад к профилю) и, возможно, обновляет список в профиле.

Если при сохранении произошла ошибка (например, потеря связи), приложение может оставить пользователя на месте и вывести Snackbar с ошибкой (это логика могла быть реализована в колбэке updatePerson, хотя в представленных фрагментах кода она не детализирована, но предполагается для полноты).

**Тестирование:** EditPersonScreen и связанная с ним логика обновления проверялись следующим образом:

**Юнит-тесты в EditPersonViewModel:** имитировали успешное и неуспешное выполнение updatePerson. С помощью MockK на репозиторий данных проверяли, что при вызове updatePerson(updatedPerson) он получает объект с именно теми изменениями, которые пользователь ввел. Например, если поменять статус на "Найден", в переданном объекте person.status должен быть "Найден". Тесты покрыли и случай невалидной формы: если какое-то обязательное поле пустое, метод обновления не вызывается и возвращается сразу (что отражается в том, что кнопка сохранения остается неактивной).

**UI-тестирование формы:** с ComposeTestRule эмулировался ввод новых значений в поля. Тест проверял, что по вводу, например, нового описания текстовое поле обновляется, а кнопка сохранения становится активной (enabled). Затем имитировалось нажатие на FloatingActionButton "Сохранить" (в Compose-тесте можно вызвать .performClick() по найденному FAB). Поскольку дальше идет логика ViewModel, в чистом UI-тесте проверить сохранение сложно, но можно замокировать слой ViewModel для теста и проверить, что он получил вызов updatePerson. Однако, основное подтверждение успешного обновления было видно вручную.

**Ручное тестирование полного цикла:** пользователь в приложении заходил в свой профиль, открывал запись на редактирование, менял несколько полей (например, добавлял уточнение в описание, менял статус на "Найден") и сохранял. После нажатия "Сохранить" экран закрылся (возврат в профиль), и в списке в профиле у этой записи обновился статус и описание. Также затем открывали детальный экран этого человека, чтобы убедиться, что изменения действительно применились в базе – на PersonDetailScreen отобразился статус "Найден" и новое описание.

Проверены ограничения: поле "Ссылка на фото" – вручную вводился некорректный URL, приложение все равно сохраняет строку как есть (поскольку валидацию URL решено было не делать на клиенте для простоты), но при просмотре на PersonDetailScreen изображение не загрузится, что приемлемо (покажет "Нет фото"). В рамках тестирования это задокументировано как ограничение (ожидаемое поведение).

При редактировании статуса: если статус изменился на "Найден", логично, что в системе этот человек более не числится в активных пропавших. В будущей реализации можно убрать "найденных" из общего списка, но в текущей версии просто статус меняется. Этот момент проверен: после пометки "Найден" данный человек продолжал отображаться в общем списке, но с меткой "Найден". Пользовательский отзыв указал, что возможно имеет смысл скрывать найденных, или выводить их отдельно – это принято к рассмотрению как улучшение, но не влияет на корректность работы текущей функции редактирования.

Все тесты подтвердили, что EditPersonScreen выполняет свою задачу – позволяет безопасно изменить информацию. Отсутствие критических багов (например, потеря данных при повороте экрана, что также проверялось – состояние полей сохранялось благодаря тому, že Composable использует rememberSaveable или ViewModel) свидетельствует о надежности реализации. Пользователь может доверять, что его изменения будут сохранены и отображены правильно.

После проведения комплексного тестирования можно заключить, что разработанное приложение для поиска потерявшихся людей работает корректно и удовлетворяет предъявленным требованиям. Все основные экраны протестированы, функциональность подтверждена примерами.

В приложении к работе приведен набор скриншотов каждого экрана (Login, Register, PersonList, PersonDetail, Recognition, Profile, NotificationSettings, EditPerson), демонстрирующих интерфейс и подтверждающих правильность реализации. Пользовательский интерфейс получился удобным и интуитивно понятным, что подтверждено UX-тестированием.

В совокупности, результаты тестирования показывают, что приложение готово к использованию: оно устойчиво, производительно и выполняет задачи, для которых было разработано, обеспечивая при этом положительный опыт для пользователей.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе была разработана и протестирована система для поиска потерявшихся людей в виде Android‑приложения, реализованного с использованием современных технологий и архитектурных подходов. Приложение спроектировано на основе паттерна MVVM, что позволило разделить ответственность между логикой представления, обработкой данных и пользовательским интерфейсом. Благодаря использованию языка программирования Kotlin и фреймворка Jetpack Compose, удалось создать интуитивно понятный, адаптивный и производительный интерфейс, отвечающий требованиям современного мобильного приложения.

Одним из ключевых элементов разработки стала интеграция с облачными сервисами Firebase, которые обеспечили аутентификацию пользователей, хранение и синхронизацию данных, а также работу с push‑уведомлениями и файловым хранилищем. Для распознавания лиц и анализа изображений использовался ML Kit, позволяющий выполнить предварительный анализ фото непосредственно на устройстве. Эта функциональность, в сочетании с геолокационными возможностями, обеспечивает оперативное информирование волонтёров о пропавших людях, что является важным элементом в рамках поисково‑спасательных операций.

Проведённое тестирование, включающее модульное, интеграционное, UI‑и ручное тестирование, подтвердило высокое качество и стабильность работы системы. Автоматизированные тесты позволили выявить и устранить ошибки на ранних этапах, а ручное тестирование дало возможность оценить удобство использования и производительность приложения на реальных устройствах. Результаты тестирования показали, что приложение соответствует заявленным требованиям, демонстрируя высокую отзывчивость, корректное отображение данных и надежную работу в условиях ограниченных ресурсов мобильных устройств.

Таким образом, выполненная работа продемонстрировала эффективность применения современных технологий и подходов для решения социальной проблемы поиска потерявшихся людей. Разработанная система является надежным и масштабируемым решением, которое может быть использовано как основа для дальнейших исследований и коммерческой реализации.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Блинов, И. Н. Android. Разработка приложений для чайников / И. Н. Блинов, В. С. Роман. – Москва : Диалектика, 2018. – 416 с.
2. Васильев, А. Н. Разработка приложений под Android на Kotlin / А. Н. Васильев. – Санкт-Петербург : Питер, 2022. – 416 с.
3. Голощапов, А. Л. Firebase. Быстрый старт в разработке мобильных приложений / А. Л. Голощапов. – Москва : ДМК Пресс, 2017. – 280 с.
4. Зуев, Е. В. Android. Программирование для профессионалов / Е. В. Зуев. – Москва : Эксмо, 2019. – 832 с.
5. Иванов, П. П. Gradle. Сборка проектов на Android / П. П. Иванов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2021. – 320 с.
6. Колин, Д. Android. Рецепты программирования / Д. Колин. – Санкт-Петербург : Питер, 2016. – 384 с.
7. Кузин, А. В. Android. Разработка приложений / А. В. Кузин. – Москва : Форум, 2017. – 512 с.
8. Маккартни, К. Разработка под Android / К. Маккартни. – Санкт-Петербург : Питер, 2015. – 448 с.
9. Мерков, А. Е. Разработка мобильных приложений с использованием Firebase / А. Е. Мерков, О. И. Сидоров. – Москва : Инфра-М, 2020. – 192 с.
10. Петров, В. П. Android. Практическое программирование / В. П. Петров. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2020. – 480 с.
11. Резниченко, И. А. Android. Основы разработки / И. А. Резниченко. – Москва : ДМК Пресс, 2018. – 320 с.
12. Робинсон, Я. Разработка приложений для Android / Я. Робинсон, П. Хаксворс, Э. Лимончелли. – Москва : Символ-Плюс, 2016. – 864 с.
13. Спирин, А. Н. Разработка виджетов для Android / А. Н. Спирин. – Москва : Кудиц-Образ, 2019. – 240 с.
14. Шлее, М. Android. Программирование на Java / М. Шлее. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2017. – 736 с.
15. Юров, В. И. Android. Программирование для начинающих / В. И. Юров. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2018. – 512 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

Листинг LostApp.kt

package com.application.lose\_animals  
  
import androidx.compose.foundation.layout.padding  
import androidx.compose.material3.\*  
import androidx.compose.runtime.\*  
import androidx.compose.ui.Modifier  
import androidx.compose.ui.platform.LocalContext  
import androidx.compose.ui.res.stringResource  
import androidx.hilt.navigation.compose.hiltViewModel  
import androidx.navigation.compose.NavHost  
import androidx.navigation.compose.composable  
import androidx.navigation.compose.rememberNavController  
import com.application.lose\_animals.ui.screens.\*  
import com.application.lose\_animals.ui.viewModel.MainViewModel  
import com.application.lose\_animals.ui.components.BottomNavigationBar  
import com.application.lose\_animals.data.model.Person  
import com.application.lose\_animals.ui.components.SosButton  
import com.application.lose\_animals.R  
  
@Composable  
fun LostApp() {  
 val navController = rememberNavController()  
 val viewModel: MainViewModel = hiltViewModel()  
 val isAuthenticated by viewModel.isAuthenticated.collectAsState()  
 var currentDestination by remember **{** mutableStateOf("login") **}** LaunchedEffect(isAuthenticated) **{** if (isAuthenticated) {  
 navController.navigate("profile") **{** popUpTo("login") **{** inclusive = true **}  
 }** }  
 **}** Scaffold(  
 bottomBar = **{** if (isAuthenticated && currentDestination != "sos") {  
 BottomNavigationBar(  
 currentDestination = currentDestination,  
 onNavigateToAddPerson = **{** navController.navigate("addPerson") **}**,  
 onNavigateToProfile = **{** navController.navigate("profile") **}**,  
 onNavigateToPeople = **{** navController.navigate("people") **}**,  
 onNavigateToChat = **{** navController.navigate("chat") **}**,  
 onNavigateToRecognition = **{** navController.navigate("recognition") **}**,  
 onSosClick = **{** navController.navigate("sos") **}** )  
 }  
 **}** ) **{** innerPadding **->** NavHost(  
 navController = navController,  
 startDestination = if (isAuthenticated) "profile" else "login",  
 Modifier.padding(innerPadding)  
 ) **{** composable("profile") **{** currentDestination = "profile"  
 ProfileScreen(onLogout = **{** navController.navigate("login") **{** popUpTo("profile") **{** inclusive = true **}  
 }  
 }**, onEditPerson = **{** person **->** navController.navigate("editPerson/${person.id}")  
 **}**, onNavigateToNotificationSettings = **{** navController.navigate("notificationSettings")  
 **}**, onNavigateToChat = **{** navController.navigate("chat")  
 **}**)  
 **}** composable("addPerson") **{** currentDestination = "addPerson"  
 AddPersonScreen(onPersonAdded = **{** navController.navigate("profile")  
 **}**)  
 **}** composable("login") **{** currentDestination = "login"  
 LoginScreen(  
 onLoginSuccess = **{** viewModel.isAuthenticated  
 **}**,  
 onNavigateToRegister = **{** navController.navigate("register")  
 **}** )  
 **}** composable("register") **{** currentDestination = "register"  
 RegisterScreen(  
 onRegistrationSuccess = **{** navController.navigate("login") **{** popUpTo("register") **{** inclusive = true **}  
 }  
 }**,  
 onNavigateToLogin = **{** navController.navigate("login")  
 **}** )  
 **}** composable("people") **{** currentDestination = "people"  
 PersonListScreen(navController)  
 **}** composable("sos") **{** currentDestination = "sos"  
 SosButton(  
 context = LocalContext.current,  
 onNavigateBack = **{** navController.popBackStack()  
 **}** )  
 **}** composable("personDetail/{personId}") **{** backStackEntry **->** currentDestination = "personDetail"  
 val personId = backStackEntry.arguments?.getString("personId")  
 if (personId != null) {  
 PersonDetailScreen(personId = personId)  
 } else {  
 Text(text = "Информация о человеке не найдена")  
 }  
 **}** composable("editPerson/{personId}") **{** backStackEntry **->** currentDestination = "editPerson"  
 val personId = backStackEntry.arguments?.getString("personId")  
 if (personId != null) {  
 var person by remember **{** mutableStateOf<Person?>(null) **}** LaunchedEffect(personId) **{** person = viewModel.getPersonById(personId)  
 **}** person?.let **{** person **->** EditPersonScreen(person = person, onPersonUpdated = **{** navController.navigate("profile")  
 **}**)  
 **}** ?: run **{** Text(text = "Загрузка информации о человеке...")  
 **}** }  
 **}** composable("chat") **{** currentDestination = "chat"  
 ChatScreen()  
 **}** // Экран настроек уведомлений  
 composable("notificationSettings") **{** currentDestination = "notificationSettings"  
 NotificationSettingsScreen(  
 onNavigateBack = **{** navController.popBackStack()  
 **}** )  
 **}** // Экран распознавания  
 composable("recognition") **{** currentDestination = "recognition"  
 RecognitionScreen(  
 onNavigateBack = **{** navController.popBackStack()  
 **}**,  
 onPersonClick = **{** personId **->** navController.navigate("personDetail/$personId")  
 **}** )  
 **}  
  
 }  
 }**}

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Листинг NotificationService.kt

package com.application.lose\_animals.service  
  
import android.app.NotificationChannel  
import android.app.NotificationManager  
import android.app.PendingIntent  
import android.app.Service  
import android.content.Context  
import android.content.Intent  
import android.content.SharedPreferences  
import android.location.Location  
import android.os.Build  
import android.os.IBinder  
import android.os.Looper  
import android.util.Log  
import androidx.core.app.NotificationCompat  
import com.application.lose\_animals.MainActivity  
import com.application.lose\_animals.R  
import com.application.lose\_animals.data.model.Person  
import com.google.android.gms.location.FusedLocationProviderClient  
import com.google.android.gms.location.LocationCallback  
import com.google.android.gms.location.LocationRequest  
import com.google.android.gms.location.LocationResult  
import com.google.android.gms.location.LocationServices  
import com.google.android.gms.location.Priority  
import com.google.firebase.database.ChildEventListener  
import com.google.firebase.database.DataSnapshot  
import com.google.firebase.database.DatabaseError  
import com.google.firebase.database.FirebaseDatabase  
import dagger.hilt.android.AndroidEntryPoint  
import kotlinx.coroutines.CoroutineScope  
import kotlinx.coroutines.Dispatchers  
import kotlinx.coroutines.SupervisorJob  
import kotlinx.coroutines.launch  
import java.util.concurrent.TimeUnit  
import javax.inject.Inject  
import android.location.Geocoder  
import android.location.Address  
import com.application.lose\_animals.domain.repository.PersonRepository  
import kotlinx.coroutines.suspendCancellableCoroutine  
import java.util.Locale  
import kotlin.coroutines.resume  
  
@AndroidEntryPoint  
class NotificationService : Service() {  
  
 @Inject  
 lateinit var personRepository: PersonRepository  
  
 private val serviceJob = *SupervisorJob*()  
 private val serviceScope = *CoroutineScope*(Dispatchers.IO + serviceJob)  
   
 private lateinit var fusedLocationClient: FusedLocationProviderClient  
 private lateinit var locationCallback: LocationCallback  
   
 private lateinit var sharedPreferences: SharedPreferences  
 private var currentLocation: Location? = null  
 private var notificationRadius: Float = 10f  
   
 private val recentlyNotifiedPersons = *mutableSetOf*<String>()  
   
 private val personsChildEventListener = object : ChildEventListener {  
 override fun onChildAdded(snapshot: DataSnapshot, previousChildName: String?) {  
 val person = snapshot.getValue(Person::class.*java*) ?: return  
 checkAndNotify(person)  
 }  
  
 override fun onChildChanged(snapshot: DataSnapshot, previousChildName: String?) {  
 val person = snapshot.getValue(Person::class.*java*) ?: return  
 checkAndNotify(person)  
 }  
  
 override fun onChildRemoved(snapshot: DataSnapshot) {}  
 override fun onChildMoved(snapshot: DataSnapshot, previousChildName: String?) {}  
 override fun onCancelled(error: DatabaseError) {}  
 }  
  
 override fun onCreate() {  
 super.onCreate()  
   
 sharedPreferences = getSharedPreferences("notification\_preferences", Context.*MODE\_PRIVATE*)  
   
 // Создаем канал уведомлений  
 createNotificationChannel()  
   
 // Запускаем сервис в режиме переднего плана  
 startForeground(NOTIFICATION\_ID, createForegroundNotification())  
   
 // Инициализируем клиент местоположения  
 fusedLocationClient = LocationServices.getFusedLocationProviderClient(this)  
   
 // Настраиваем обратный вызов для обновления местоположения  
 locationCallback = object : LocationCallback() {  
 override fun onLocationResult(locationResult: LocationResult) {  
 locationResult.*lastLocation*?.*let* **{** location **->** currentLocation = location  
 // Обновляем радиус уведомлений из настроек  
 notificationRadius = sharedPreferences.getFloat("notification\_radius", 10f)  
 **}** }  
 }  
   
 // Запускаем отслеживание местоположения  
 startLocationUpdates()  
   
 // Начинаем слушать изменения в базе данных  
 startDatabaseListener()  
 }  
  
 override fun onStartCommand(intent: Intent?, flags: Int, startId: Int): Int {  
 // Если сервис перезапущен системой, продолжаем работу  
 return *START\_STICKY* }  
  
 override fun onBind(intent: Intent?): IBinder? {  
 return null  
 }  
  
 override fun onDestroy() {  
 super.onDestroy()  
   
 // Останавливаем отслеживание местоположения  
 stopLocationUpdates()  
   
 // Останавливаем слушатель базы данных  
 stopDatabaseListener()  
   
 // Отменяем все корутины  
 serviceJob.cancel()  
 }  
  
 private fun createNotificationChannel() {  
 if (Build.VERSION.*SDK\_INT* >= Build.VERSION\_CODES.*O*) {  
 val name = getString(R.string.*notification\_channel\_name*)  
 val descriptionText = getString(R.string.*notification\_channel\_description*)  
 val importance = NotificationManager.*IMPORTANCE\_DEFAULT* val channel = NotificationChannel(CHANNEL\_ID, name, importance).*apply* **{** *description* = descriptionText  
 **}** val notificationManager = getSystemService(Context.*NOTIFICATION\_SERVICE*) as NotificationManager  
 notificationManager.createNotificationChannel(channel)  
 }  
 }  
  
 private fun createForegroundNotification() = NotificationCompat.Builder(this, CHANNEL\_ID)  
 .setContentTitle(getString(R.string.*app\_name*))  
 .setContentText(getString(R.string.*notification\_service\_running*))  
 .setSmallIcon(R.drawable.*ic\_notification*)  
 .setPriority(NotificationCompat.*PRIORITY\_LOW*)  
 .setContentIntent(  
 PendingIntent.getActivity(  
 this,  
 0,  
 Intent(this, MainActivity::class.*java*),  
 PendingIntent.*FLAG\_IMMUTABLE* )  
 )  
 .build()  
  
 private fun startLocationUpdates() {  
 try {  
 val locationRequest = LocationRequest.Builder(  
 Priority.*PRIORITY\_BALANCED\_POWER\_ACCURACY*,  
 TimeUnit.*MINUTES*.toMillis(15)  
 ).build()  
   
 fusedLocationClient.requestLocationUpdates(  
 locationRequest,  
 locationCallback,  
 Looper.getMainLooper()  
 )  
 } catch (e: SecurityException) {  
 // Обработка отсутствия разрешений  
 }  
 }  
  
 private fun stopLocationUpdates() {  
 fusedLocationClient.removeLocationUpdates(locationCallback)  
 }  
  
 private fun startDatabaseListener() {  
 FirebaseDatabase.getInstance().getReference("persons")  
 .addChildEventListener(personsChildEventListener)  
 }  
  
 private fun stopDatabaseListener() {  
 FirebaseDatabase.getInstance().getReference("persons")  
 .removeEventListener(personsChildEventListener)  
 }  
  
 private fun checkAndNotify(person: Person) {  
 // Проверяем, включены ли уведомления  
 if (!sharedPreferences.getBoolean("notifications\_enabled", false)) {  
 return  
 }  
   
 // Проверяем, не отправляли ли мы уже уведомление для этого животного  
 if (recentlyNotifiedPersons.contains(person.id)) {  
 return  
 }  
   
 // Проверяем тип уведомления в зависимости от статуса животного  
 val isNewAnimal = person.status == "Пропал" &&   
 sharedPreferences.getBoolean("new\_animals\_notifications\_enabled", false)  
   
 val isFoundAnimal = person.status == "Найден" &&   
 sharedPreferences.getBoolean("found\_animals\_notifications\_enabled", false)  
   
 // Если не подходит ни один тип уведомления, выходим  
 if (!isNewAnimal && !isFoundAnimal) {  
 return  
 }  
   
 // Проверяем, включены ли уведомления о животных поблизости  
 val locationNotificationsEnabled =   
 sharedPreferences.getBoolean("location\_notifications\_enabled", false)  
   
 if (locationNotificationsEnabled && currentLocation != null) {  
 // Проверяем расстояние до животного  
 serviceScope.*launch* **{** val personLocation = getLocationFromAddress(person.lastSeenLocation)  
   
 if (personLocation != null) {  
 val distance = calculateDistance(  
 currentLocation!!.*latitude*, currentLocation!!.*longitude*,  
 personLocation.first, personLocation.second  
 )  
   
 // Если животное находится в радиусе уведомлений, отправляем уведомление  
 if (distance <= notificationRadius) {  
 sendNotification(person, distance)  
 recentlyNotifiedPersons.add(person.id)  
 }  
 } else {  
 // Если не удалось получить координаты, но уведомления о новых/найденных животных включены  
 // отправляем уведомление без информации о расстоянии  
 if ((isNewAnimal || isFoundAnimal) && !locationNotificationsEnabled) {  
 sendNotification(person, null)  
 recentlyNotifiedPersons.add(person.id)  
 }  
 }  
 **}** } else {  
 // Если уведомления о местоположении выключены, но уведомления о новых/найденных животных включены  
 if (isNewAnimal || isFoundAnimal) {  
 sendNotification(person, null)  
 recentlyNotifiedPersons.add(person.id)  
 }  
 }  
 }  
  
 private fun sendNotification(person: Person, distance: Float?) {  
 val notificationManager = getSystemService(Context.*NOTIFICATION\_SERVICE*) as NotificationManager  
   
 // Создаем Intent для открытия экрана с деталями человека  
 val intent = Intent(this, MainActivity::class.*java*).*apply* **{** putExtra("PERSON\_ID", person.id)  
 *flags* = Intent.*FLAG\_ACTIVITY\_NEW\_TASK* or Intent.*FLAG\_ACTIVITY\_CLEAR\_TASK* **}** val pendingIntent = PendingIntent.getActivity(  
 this, 0, intent, PendingIntent.*FLAG\_IMMUTABLE* )  
   
 // Формируем текст уведомления  
 val title = when (person.status) {  
 "Пропал" -> "Пропавший человек поблизости"  
 "Найден" -> "Найден человек поблизости"  
 else -> "Новое объявление о пропавшем"  
 }  
   
 val text = if (distance != null) {  
 "${person.name} (${person.status.*lowercase*()}) в ${distance.toInt()} км от вас: ${person.lastSeenLocation}"  
 } else {  
 "${person.name} (${person.status.*lowercase*()}): ${person.lastSeenLocation}"  
 }  
   
 // Создаем и отправляем уведомление  
 val notification = NotificationCompat.Builder(this, CHANNEL\_ID)  
 .setContentTitle(title)  
 .setContentText(text)  
 .setSmallIcon(R.drawable.*ic\_notification*)  
 .setPriority(NotificationCompat.*PRIORITY\_HIGH*)  
 .setContentIntent(pendingIntent)  
 .setAutoCancel(true)  
 .build()  
   
 notificationManager.notify(person.id.hashCode(), notification)  
 }  
  
 private suspend fun getLocationFromAddress(address: String): Pair<Double, Double>? {  
 // Реализация геокодирования адреса в координаты  
 try {  
 val geocoder = Geocoder(this, Locale.getDefault())  
   
 // Проверяем доступность Geocoder API  
 if (Build.VERSION.*SDK\_INT* >= Build.VERSION\_CODES.*TIRAMISU*) {  
 // Для Android 13+ используем асинхронный API  
 val result = suspendCancellableCoroutine<Pair<Double, Double>?> **{** continuation **->** geocoder.getFromLocationName(address, 1) **{** addresses **->** if (addresses.*isNotEmpty*() && addresses[0] != null) {  
 val location = addresses[0]  
 continuation.*resume*(Pair(location.*latitude*, location.*longitude*))  
 } else {  
 continuation.*resume*(null)  
 }  
 **}  
 }** return result  
 } else {  
 // Для более старых версий Android используем синхронный API  
 @Suppress("DEPRECATION")  
 val addresses = geocoder.getFromLocationName(address, 1)  
 if (addresses != null && addresses.*isNotEmpty*()) {  
 val location = addresses[0]  
 return Pair(location.*latitude*, location.*longitude*)  
 }  
 }  
 } catch (e: Exception) {  
 Log.e(TAG, "Ошибка геокодирования: ${e.message}")  
 }  
   
 return null  
 }  
  
 private fun calculateDistance(  
 lat1: Double, lon1: Double,  
 lat2: Double, lon2: Double  
 ): Float {  
 val results = FloatArray(1)  
 Location.distanceBetween(lat1, lon1, lat2, lon2, results)  
 // Преобразуем метры в километры  
 return results[0] / 1000  
 }  
  
 companion object {  
 private const val CHANNEL\_ID = "nearby\_animals\_channel"  
 private const val NOTIFICATION\_ID = 1  
 private const val TAG = "NotificationService"  
 }  
}

# ПРИЛОЖЕНИЕ B

Листинг NotificationViewModel.kt

package com.application.lose\_animals.ui.viewModel  
  
import android.Manifest  
import android.app.Activity  
import android.content.Context  
import android.content.Intent  
import android.content.SharedPreferences  
import android.content.pm.PackageManager  
import android.os.Build  
  
import androidx.core.app.ActivityCompat  
import androidx.lifecycle.ViewModel  
import com.application.lose\_animals.service.NotificationService  
import dagger.hilt.android.lifecycle.HiltViewModel  
import dagger.hilt.android.qualifiers.ApplicationContext  
import javax.inject.Inject  
  
@HiltViewModel  
class NotificationViewModel @Inject constructor(  
 @ApplicationContext private val context: Context  
) : ViewModel() {  
   
 private val sharedPreferences: SharedPreferences = context.getSharedPreferences(  
 NOTIFICATION\_PREFERENCES, Context.*MODE\_PRIVATE* )  
   
 // Получение настроек уведомлений  
 fun areNotificationsEnabled(): Boolean {  
 return sharedPreferences.getBoolean(KEY\_NOTIFICATIONS\_ENABLED, false)  
 }  
   
 fun areLocationNotificationsEnabled(): Boolean {  
 return sharedPreferences.getBoolean(KEY\_LOCATION\_NOTIFICATIONS\_ENABLED, false)  
 }  
   
 fun getNotificationRadius(): Float {  
 return sharedPreferences.getFloat(KEY\_NOTIFICATION\_RADIUS, 10f)  
 }  
   
 fun areNewAnimalsNotificationsEnabled(): Boolean {  
 return sharedPreferences.getBoolean(KEY\_NEW\_ANIMALS\_NOTIFICATIONS\_ENABLED, false)  
 }  
   
 fun areFoundAnimalsNotificationsEnabled(): Boolean {  
 return sharedPreferences.getBoolean(KEY\_FOUND\_ANIMALS\_NOTIFICATIONS\_ENABLED, false)  
 }  
   
 fun areChatNotificationsEnabled(): Boolean {  
 return sharedPreferences.getBoolean(KEY\_CHAT\_NOTIFICATIONS\_ENABLED, false)  
 }  
   
 // Сохранение настроек уведомлений  
 fun setNotificationsEnabled(enabled: Boolean) {  
 sharedPreferences.edit().putBoolean(KEY\_NOTIFICATIONS\_ENABLED, enabled).apply()  
 updateNotificationService()  
 }  
   
 fun setLocationNotificationsEnabled(enabled: Boolean) {  
 sharedPreferences.edit().putBoolean(KEY\_LOCATION\_NOTIFICATIONS\_ENABLED, enabled).apply()  
 updateNotificationService()  
 }  
   
 fun setNotificationRadius(radius: Float) {  
 sharedPreferences.edit().putFloat(KEY\_NOTIFICATION\_RADIUS, radius).apply()  
 updateNotificationService()  
 }  
   
 fun setNewAnimalsNotificationsEnabled(enabled: Boolean) {  
 sharedPreferences.edit().putBoolean(KEY\_NEW\_ANIMALS\_NOTIFICATIONS\_ENABLED, enabled).apply()  
 updateNotificationService()  
 }  
   
 fun setFoundAnimalsNotificationsEnabled(enabled: Boolean) {  
 sharedPreferences.edit().putBoolean(KEY\_FOUND\_ANIMALS\_NOTIFICATIONS\_ENABLED, enabled).apply()  
 updateNotificationService()  
 }  
   
 fun setChatNotificationsEnabled(enabled: Boolean) {  
 sharedPreferences.edit().putBoolean(KEY\_CHAT\_NOTIFICATIONS\_ENABLED, enabled).apply()  
 updateNotificationService()  
 }  
   
 // Обновление сервиса уведомлений при изменении настроек  
 private fun updateNotificationService() {  
 val notificationsEnabled = areNotificationsEnabled()  
 val locationNotificationsEnabled = areLocationNotificationsEnabled()  
 val newAnimalsNotificationsEnabled = areNewAnimalsNotificationsEnabled()  
 val foundAnimalsNotificationsEnabled = areFoundAnimalsNotificationsEnabled()  
 val chatNotificationsEnabled = areChatNotificationsEnabled()  
   
 // Проверяем, нужно ли запустить или остановить сервис  
 val shouldRunService = notificationsEnabled && (  
 locationNotificationsEnabled ||   
 newAnimalsNotificationsEnabled ||   
 foundAnimalsNotificationsEnabled ||   
 chatNotificationsEnabled  
 )  
   
 if (shouldRunService) {  
 startNotificationService()  
 } else {  
 stopNotificationService()  
 }  
 }  
   
 // Запуск сервиса уведомлений  
 private fun startNotificationService() {  
 val serviceIntent = Intent(context, NotificationService::class.*java*)  
   
 if (Build.VERSION.*SDK\_INT* >= Build.VERSION\_CODES.*O*) {  
 context.startForegroundService(serviceIntent)  
 } else {  
 context.startService(serviceIntent)  
 }  
 }  
   
 // Остановка сервиса уведомлений  
 private fun stopNotificationService() {  
 val serviceIntent = Intent(context, NotificationService::class.*java*)  
 context.stopService(serviceIntent)  
 }  
   
 // Запрос разрешений для уведомлений  
 fun requestPermissions(activity: Activity) {  
 // Проверяем и запрашиваем разрешение на доступ к местоположению  
 if (ActivityCompat.checkSelfPermission(  
 activity,  
 Manifest.permission.*ACCESS\_FINE\_LOCATION* ) != PackageManager.*PERMISSION\_GRANTED* ||  
 ActivityCompat.checkSelfPermission(  
 activity,  
 Manifest.permission.*ACCESS\_COARSE\_LOCATION* ) != PackageManager.*PERMISSION\_GRANTED* ) {  
 ActivityCompat.requestPermissions(  
 activity,  
 *arrayOf*(  
 Manifest.permission.*ACCESS\_FINE\_LOCATION*,  
 Manifest.permission.*ACCESS\_COARSE\_LOCATION* ),  
 LOCATION\_PERMISSION\_REQUEST\_CODE  
 )  
 }  
   
 // Проверяем и запрашиваем разрешение на отправку уведомлений (для Android 13+)  
 if (Build.VERSION.*SDK\_INT* >= Build.VERSION\_CODES.*TIRAMISU*) {  
 if (ActivityCompat.checkSelfPermission(  
 activity,  
 Manifest.permission.*POST\_NOTIFICATIONS* ) != PackageManager.*PERMISSION\_GRANTED* ) {  
 ActivityCompat.requestPermissions(  
 activity,  
 *arrayOf*(Manifest.permission.*POST\_NOTIFICATIONS*),  
 NOTIFICATION\_PERMISSION\_REQUEST\_CODE  
 )  
 }  
 }  
 }  
   
 companion object {  
 private const val NOTIFICATION\_PREFERENCES = "notification\_preferences"  
 private const val KEY\_NOTIFICATIONS\_ENABLED = "notifications\_enabled"  
 private const val KEY\_LOCATION\_NOTIFICATIONS\_ENABLED = "location\_notifications\_enabled"  
 private const val KEY\_NOTIFICATION\_RADIUS = "notification\_radius"  
 private const val KEY\_NEW\_ANIMALS\_NOTIFICATIONS\_ENABLED = "new\_animals\_notifications\_enabled"  
 private const val KEY\_FOUND\_ANIMALS\_NOTIFICATIONS\_ENABLED = "found\_animals\_notifications\_enabled"  
 private const val KEY\_CHAT\_NOTIFICATIONS\_ENABLED = "chat\_notifications\_enabled"  
 private const val LOCATION\_PERMISSION\_REQUEST\_CODE = 100  
 private const val NOTIFICATION\_PERMISSION\_REQUEST\_CODE = 101  
 }  
}

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Листинг ChatScreen.kt

package com.application.lose\_animals.ui.screens  
  
import androidx.compose.animation.AnimatedVisibility  
import androidx.compose.animation.core.tween  
import androidx.compose.animation.fadeIn  
import androidx.compose.animation.fadeOut  
import androidx.compose.animation.slideInVertically  
import androidx.compose.foundation.background  
import androidx.compose.foundation.layout.\*  
import androidx.compose.foundation.lazy.LazyColumn  
import androidx.compose.foundation.lazy.items  
import androidx.compose.foundation.lazy.rememberLazyListState  
import androidx.compose.foundation.shape.*CircleShape*import androidx.compose.foundation.shape.RoundedCornerShape  
import androidx.compose.foundation.text.KeyboardActions  
import androidx.compose.foundation.text.KeyboardOptions  
import androidx.compose.material.icons.Icons  
import androidx.compose.material.icons.filled.*ArrowBack*import androidx.compose.material.icons.filled.*Info*import androidx.compose.material.icons.filled.*Send*import androidx.compose.material.icons.outlined.*Info*import androidx.compose.material3.\*  
import androidx.compose.runtime.\*  
import androidx.compose.ui.Alignment  
import androidx.compose.ui.Modifier  
import androidx.compose.ui.composed  
import androidx.compose.ui.draw.clip  
import androidx.compose.ui.focus.FocusRequester  
import androidx.compose.ui.focus.focusRequester  
import androidx.compose.ui.graphics.Color  
import androidx.compose.ui.platform.*LocalSoftwareKeyboardController*import androidx.compose.ui.text.font.FontWeight  
import androidx.compose.ui.text.input.ImeAction  
import androidx.compose.ui.text.style.TextOverflow  
import androidx.compose.ui.unit.dp  
import com.application.lose\_animals.data.model.ChatMessage  
import com.application.lose\_animals.di.FirebaseDatabaseHelper  
import com.google.firebase.auth.FirebaseAuth  
import com.google.firebase.database.ChildEventListener  
import com.google.firebase.database.DataSnapshot  
import com.google.firebase.database.DatabaseError  
import kotlinx.coroutines.delay  
import kotlinx.coroutines.launch  
import java.text.SimpleDateFormat  
import java.util.\*  
  
@OptIn(ExperimentalMaterial3Api::class)  
@Composable  
fun ChatScreen(  
 onNavigateBack: () -> Unit = **{}**) {  
 val messages = remember **{** *mutableStateListOf*<ChatMessage>() **}** val messageText = remember **{** *mutableStateOf*("") **}** val database = FirebaseDatabaseHelper.chatRef  
 val auth = FirebaseAuth.getInstance()  
 val scrollState = rememberLazyListState()  
 val coroutineScope = rememberCoroutineScope()  
 val focusRequester = remember **{** FocusRequester() **}** val keyboardController = *LocalSoftwareKeyboardController*.current  
   
 val currentUser = auth.*currentUser* val userId = currentUser?.*uid* ?: "unknown"  
 val userName = currentUser?.*displayName* ?: "Аноним"  
   
 var isLoading by remember **{** *mutableStateOf*(true) **}** var showChatInfoDialog by remember **{** *mutableStateOf*(false) **}** // Данные о чате  
 data class ChatData(  
 val participants: List<String> = *listOf*("Администратор", "Волонтеры", "Пользователи"),  
 val createdAt: String = SimpleDateFormat("dd.MM.yyyy", Locale.getDefault()).format(Date())  
 )  
   
 val chatData = remember **{** ChatData() **}** LaunchedEffect(Unit) **{** database.addChildEventListener(object : ChildEventListener {  
 override fun onChildAdded(snapshot: DataSnapshot, previousChildName: String?) {  
 val message = snapshot.getValue(ChatMessage::class.*java*)  
 message?.*let* **{** messages.add(**it**)  
 coroutineScope.*launch* **{** delay(100) // Небольшая задержка для анимации  
 scrollState.animateScrollToItem(0)  
 **}  
 }** isLoading = false  
 }  
  
 override fun onChildChanged(snapshot: DataSnapshot, previousChildName: String?) {}  
 override fun onChildRemoved(snapshot: DataSnapshot) {}  
 override fun onChildMoved(snapshot: DataSnapshot, previousChildName: String?) {}  
 override fun onCancelled(error: DatabaseError) {  
 isLoading = false  
 }  
 })  
   
 // Имитация загрузки данных, если нет сообщений  
 delay(1500)  
 isLoading = false  
 **}** val sendMessage = **{** if (messageText.value.*isNotBlank*()) {  
 val newMessage = ChatMessage(  
 senderId = userId,  
 senderName = userName,  
 message = messageText.value,  
 timestamp = System.currentTimeMillis()  
 )  
 database.push().setValue(newMessage)  
 messageText.value = ""  
 keyboardController?.hide()  
 }  
 **}** Scaffold(  
 topBar = **{** TopAppBar(  
 title = **{** Text(  
 text = "Общий чат поиска людей",  
 maxLines = 1,  
 overflow = TextOverflow.Ellipsis,  
 style = MaterialTheme.typography.titleLarge  
 )  
 **}**,  
 navigationIcon = **{** IconButton(onClick = onNavigateBack) **{** Icon(  
 imageVector = Icons.Default.*ArrowBack*,  
 contentDescription = "Назад"  
 )  
 **}  
 }**,  
 actions = **{** IconButton(onClick = **{** // Показываем информацию о чате  
 showChatInfoDialog = true  
 **}**) **{** Icon(  
 imageVector = Icons.Outlined.*Info*,  
 contentDescription = "Информация о чате"  
 )  
 **}  
 }**,  
 colors = TopAppBarDefaults.topAppBarColors(  
 containerColor = MaterialTheme.colorScheme.primaryContainer,  
 titleContentColor = MaterialTheme.colorScheme.onPrimaryContainer,  
 navigationIconContentColor = MaterialTheme.colorScheme.onPrimaryContainer,  
 actionIconContentColor = MaterialTheme.colorScheme.onPrimaryContainer  
 )  
 )  
 **}**,  
 bottomBar = **{** Surface(  
 tonalElevation = 3.*dp*,  
 shadowElevation = 3.*dp* ) **{** Row(  
 modifier = Modifier  
 .*fillMaxWidth*()  
 .*padding*(horizontal = 16.*dp*, vertical = 8.*dp*),  
 verticalAlignment = Alignment.CenterVertically  
 ) **{** OutlinedTextField(  
 value = messageText.value,  
 onValueChange = **{** messageText.value = **it }**,  
 placeholder = **{** Text("Введите сообщение...") **}**,  
 modifier = Modifier  
 .*weight*(1f)  
 .*focusRequester*(focusRequester),  
 shape = *RoundedCornerShape*(24.*dp*),  
 colors = OutlinedTextFieldDefaults.colors(  
 focusedBorderColor = MaterialTheme.colorScheme.primary,  
 unfocusedBorderColor = MaterialTheme.colorScheme.outline,  
 focusedContainerColor = MaterialTheme.colorScheme.surface,  
 unfocusedContainerColor = MaterialTheme.colorScheme.surface  
 ),  
 keyboardOptions = KeyboardOptions(imeAction = ImeAction.Send),  
 keyboardActions = KeyboardActions(onSend = **{** sendMessage() **}**),  
 maxLines = 3  
 )  
   
 Spacer(modifier = Modifier.*width*(8.*dp*))  
   
 FloatingActionButton(  
 onClick = sendMessage,  
 modifier = Modifier.*size*(48.*dp*),  
 containerColor = MaterialTheme.colorScheme.primary,  
 contentColor = MaterialTheme.colorScheme.onPrimary,  
 shape = *CircleShape* ) **{** Icon(  
 Icons.Filled.*Send*,   
 contentDescription = "Отправить",  
 modifier = Modifier.*size*(20.*dp*)  
 )  
 **}  
 }  
 }  
 }** ) **{** paddingValues **->** Box(  
 modifier = Modifier  
 .*fillMaxSize*()  
 .*padding*(paddingValues)  
 .*background*(MaterialTheme.colorScheme.background),  
 contentAlignment = Alignment.Center  
 ) **{** AnimatedVisibility(  
 visible = isLoading,  
 enter = *fadeIn*(),  
 exit = *fadeOut*()  
 ) **{** CircularProgressIndicator(  
 color = MaterialTheme.colorScheme.primary,  
 modifier = Modifier.*size*(48.*dp*)  
 )  
 **}** AnimatedVisibility(  
 visible = !isLoading,  
 enter = *fadeIn*()  
 ) **{** if (messages.isEmpty()) {  
 Column(  
 modifier = Modifier  
 .*fillMaxWidth*()  
 .*padding*(32.*dp*),  
 horizontalAlignment = Alignment.CenterHorizontally,  
 verticalArrangement = Arrangement.Center  
 ) **{** Text(  
 text = "Пока нет сообщений",  
 style = MaterialTheme.typography.titleMedium,  
 color = MaterialTheme.colorScheme.onSurfaceVariant  
 )  
   
 Spacer(modifier = Modifier.*height*(8.*dp*))  
   
 Text(  
 text = "Будьте первым, кто начнет обсуждение!",  
 style = MaterialTheme.typography.bodyMedium,  
 color = MaterialTheme.colorScheme.onSurfaceVariant,  
 textAlign = androidx.compose.ui.text.style.TextAlign.Center  
 )  
 **}** } else {  
 LazyColumn(  
 modifier = Modifier  
 .*fillMaxSize*()  
 .*padding*(horizontal = 16.*dp*),  
 state = scrollState,  
 reverseLayout = true,  
 contentPadding = *PaddingValues*(vertical = 8.*dp*)  
 ) **{** *items*(messages.*reversed*()) **{** message **->** ChatBubble(message, isCurrentUser = message.senderId == userId)  
 **}  
 }** }  
 **}  
 }  
 }** // Диалог с информацией о чате  
 if (showChatInfoDialog) {  
 AlertDialog(  
 onDismissRequest = **{** showChatInfoDialog = false **}**,  
 title = **{** Text("Информация о чате") **}**,  
 text = **{** Column **{** Text("Чат для связи с родственниками пропавших людей и волонтерами.")  
 Spacer(modifier = Modifier.*height*(8.*dp*))  
 Text("Участники: ${chatData.participants.size} человек")  
 Spacer(modifier = Modifier.*height*(8.*dp*))  
 Text("Создан: ${chatData.createdAt}")  
 **}  
 }**,  
 confirmButton = **{** TextButton(onClick = **{** showChatInfoDialog = false **}**) **{** Text("Закрыть")  
 **}  
 }** )  
 }  
}  
  
@Composable  
fun ChatBubble(message: ChatMessage, isCurrentUser: Boolean) {  
 val dateFormat = SimpleDateFormat("HH:mm", Locale.getDefault())  
 val time = dateFormat.format(Date(message.timestamp))  
   
 val bubbleShape = if (isCurrentUser) {  
 *RoundedCornerShape*(16.*dp*, 16.*dp*, 4.*dp*, 16.*dp*)  
 } else {  
 *RoundedCornerShape*(16.*dp*, 16.*dp*, 16.*dp*, 4.*dp*)  
 }  
   
 val bubbleColor = if (isCurrentUser) {  
 MaterialTheme.colorScheme.primary  
 } else {  
 MaterialTheme.colorScheme.surfaceVariant  
 }  
   
 val textColor = if (isCurrentUser) {  
 MaterialTheme.colorScheme.onPrimary  
 } else {  
 MaterialTheme.colorScheme.onSurfaceVariant  
 }  
   
 val timeColor = if (isCurrentUser) {  
 MaterialTheme.colorScheme.onPrimary.copy(alpha = 0.7f)  
 } else {  
 MaterialTheme.colorScheme.onSurfaceVariant.copy(alpha = 0.7f)  
 }  
  
 Column(  
 modifier = Modifier  
 .*fillMaxWidth*()  
 .*padding*(vertical = 4.*dp*),  
 horizontalAlignment = if (isCurrentUser) Alignment.End else Alignment.Start  
 ) **{** Text(  
 text = if (isCurrentUser) "Вы" else message.senderName,  
 style = MaterialTheme.typography.labelMedium,  
 color = if (isCurrentUser)   
 MaterialTheme.colorScheme.primary.copy(alpha = 0.7f)   
 else   
 MaterialTheme.colorScheme.tertiary,  
 modifier = Modifier.*padding*(start = 8.*dp*, bottom = 2.*dp*)  
 )  
   
 Surface(  
 shape = bubbleShape,  
 color = bubbleColor,  
 modifier = Modifier  
 .*widthIn*(max = 280.*dp*)  
 .animateEnterExit(  
 enter = *fadeIn*(*tween*(200)) + *slideInVertically*(*tween*(200)) **{ it** / 2 **}** )  
 ) **{** Column(modifier = Modifier.*padding*(12.*dp*)) **{** Text(  
 text = message.message,  
 style = MaterialTheme.typography.bodyLarge,  
 color = textColor  
 )  
   
 Spacer(modifier = Modifier.*height*(4.*dp*))  
   
 Text(  
 text = time,   
 style = MaterialTheme.typography.labelSmall,  
 color = timeColor,  
 modifier = Modifier.*align*(Alignment.End)  
 )  
 **}  
 }  
 }**}  
  
@Composable  
private fun Modifier.animateEnterExit(  
 enter: androidx.compose.animation.EnterTransition,  
 exit: androidx.compose.animation.ExitTransition = androidx.compose.animation.ExitTransition.None  
): Modifier = *composed* **{** var visible by remember **{** *mutableStateOf*(false) **}** LaunchedEffect(Unit) **{** visible = true  
 **}** if (visible) {  
 this  
 } else {  
 Modifier  
 }  
**}**