

В. Е. Терещенко^{1✉}, В. А. Машинец¹, В. В. Дубинин¹

Разработка мобильного приложения для повышения эффективности выполнения геодезических работ

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: v.e.tereshenko@sgugit.ru

Аннотация. В статье описывается процесс разработки многофункционального мобильного приложения «Nivel» для операционной системы (ОС) Android, предназначенного для оптимизации записи полевых геодезических измерений и ускорения камеральной обработки данных. В основу создания программного продукта положен двухуровневый подход к взаимодействию с генеративным искусственным интеллектом (ИИ): на начальном этапе проектирования архитектуры и формирования базового кода использовалась нейросеть Perplexity Pro, а для углубленной реализации, рефакторинга и интеграции модулей применялась среда Cursor AI. Приложение разработано на языке Kotlin по модульному принципу и включает инструменты для ведения журнала нивелирования III и IV классов с возможностью экспорта результатов в форматы Excel и TXT, проверки геодезических приборов, работы с интерактивной картой, решения прямых и обратных геодезических задач, конвертации и калькуляции угловых величин, а также каталог приборов. В результате исследования создан программный комплекс объемом более 14 000 строк кода, успешно прошедший тестирование на реальных геодезических данных с высокой точностью вычислений. Готовый продукт опубликован в открытом доступе на платформе RuStore и может применяться как практикующими инженерами для оптимизации производственных процессов, так и студентами профильных специальностей в качестве учебного пособия.

Ключевые слова: мобильное приложение, Android, Kotlin, генеративный искусственный интеллект, автоматизация геодезических работ, журнал нивелирования

V. E. Tereshchenko^{1✉}, V. A. Mashinec¹, V. V. Dubinin¹

Development of a Mobile Application to Improve the Efficiency of Geodetic Works

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: v.e.tereshenko@sgugit.ru

Abstract. This article describes the development process of Nivel, a multifunctional mobile application for the Android operating system, designed to optimize the recording of field geodetic measurements and accelerate office data processing. The creation of this software product is based on a two-stage approach to interacting with generative artificial intelligence: the Perplexity Pro AI was used at the initial stage for architectural design and basic code generation, while the Cursor AI environment was employed for in-depth implementation, refactoring, and module integration. Developed in Kotlin using a modular architecture, the application includes tools for maintaining Class III and IV leveling journals with data export to Excel and TXT formats, verification of geodetic instruments, interactive mapping, solving direct and inverse geodetic problems, conversion and computation of angular values, as well as an instrument catalog. As a result of the study, a software package comprising over 14,000 lines of code was developed and successfully tested on real-world

geodetic data, demonstrating high computational accuracy. The finished product is openly published on the RuStore platform and can be used by practicing engineers to optimize field workflows, as well as by students in relevant geodetic disciplines as an educational resource.

Keywords: mobile application, Android, Kotlin, generative artificial intelligence, automation of geodetic works, leveling journal

Введение

Стремительное развитие информационных технологий открывает новые возможности для автоматизации инженерных изысканий. В современной геодезии точность и скорость обработки данных напрямую влияют на эффективность производственного процесса. Традиционные методы ведения полевых журналов в бумажном виде сопряжены с риском возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором, и требуют значительных временных затрат на последующую камеральную обработку.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью создания доступного, мобильного и многофункционального инструмента, который мог бы служить как помощником практикующего геодезиста, так и учебным пособием для студентов профильных специальностей.

Целью данного исследования является разработка функционального мобильного приложения для ОС Android с использованием методов генеративного искусственного интеллекта. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- произвести анализ современных нейросетевых решений для разработки программного обеспечения;
- спроектировать архитектуру приложения и подобрать эффективные промты для ИИ на каждом этапе;
- технически реализовать ключевые модули;
- протестировать ПО на реальных геодезических данных;
- опубликовать готовый продукт в открытый доступ.

Двухуровневый процесс взаимодействия с ИИ

Процесс разработки был разделен на два ключевых этапа в зависимости от сложности задач и требуемого контроля над кодом.

На начальном этапе использовалась нейросеть Perplexity Pro [1]. В интерфейсе модели был создан отдельный проект с системной инструкцией, ориентированной на неопытного пользователя. Это позволяет снизить «порог входа» в программирование и сосредоточиться на логике геодезических задач, а не на синтаксисе языка. Нейросеть отработывала итерационно, создавая простые поля ввода, затем в них создавала более сложные алгоритмы обработки, затем искала ошибки, обрабатывала их в коде, затем заново возвращалась к простому действию и так далее.

С помощью Perplexity был сформирован основной каркас приложения: логика главного меню и два первых функционирующих модуля – «Журнал нивелирования» и «Поверка угла i».

После составления основного скелета работа перешла в среду Cursor AI [2]. В отличие от чат-интерфейсов, Cursor AI работает напрямую с файловой системой компьютера, что позволило модели анализировать весь контекст проекта одновременно. Разработка в Cursor также велась итерационно. Это было необходимо для решения следующих задач:

- предотвращение переполнения контекстного окна модели, что могло привести к потере логических связей в коде;
- экономия токенов, выделенных на бесплатный период использования Cursor, путем точечных запросов к конкретным файлам и функциям вместо регенерации всего проекта.

Этот гибридный подход позволил эффективно наращивать функционал приложения, сохраняя стабильность архитектуры.

Алгоритмическая база приложения опирается на классические формулы инженерной геодезии. Источником формул послужили ресурсы научно-технической библиотеки СГУГиТ [3]. В общей сложности программный комплекс включает более 14000 строк кода.

Функциональная структура и программная реализация

Программная архитектура приложения «Nivel» реализована на языке Kotlin [4] и построена по модульному принципу. Каждый модуль представляет собой отдельный файл, отвечающий за конкретный тип геодезических вычислений.

Основная навигация по функциям приложения происходит через экран главного меню. Ниже приведено детальное описание логики работы основных компонентов.

Модуль «Журнал нивелирования» (рис. 1). Данный модуль является центральным элементом приложения, заменяющим традиционный бумажный полевой журнал. Он обеспечивает не только хранение первичных данных, но и их комплексную аналитическую обработку в режиме реального времени.

Входные данные: программа принимает отсчеты по рейкам (задняя и передняя) по трем нитям (верхняя, средняя, нижняя) для первого приема, а также средние отсчеты для второго приема.

Алгоритм обработки данных:

- вычисляются расстояния от прибора до реек по разности отсчетов по дальномерным нитям [5];
- рассчитываются превышения для каждого приема как разность отсчетов по задней и передней рейкам;
- проводится логическая проверка: если разность между превышениями в двух приемах превышает установленный допуск (например, 5 мм), приложение выводит предупреждение о необходимости повторения измерений.

Программа поддерживает работу с различными регламентами измерений. Реализованы алгоритмы для нивелирования III и IV классов [6], учитывающие соответствующие допуски и методику наблюдений. Также интегрирована авторская методика «Nivel», оптимизированная для ускоренных инженерных изысканий при сохранении требуемой точности.

Для интеграции полевых измерений в камеральный процесс реализована функция экспорта данных. Пользователь имеет возможность выполнить экспорт всех введенных и вычисленных значений в двух форматах: excel-таблица и текстовый файл.

Рис. 1. Журнал нивелирования

Модуль «Поверка» предназначен для выполнения поверки геодезических приборов (рис. 2). На данный момент модуль поддерживает только поверку угла i способом из середины. Интерфейс модуля содержит подробное текстовое описание методики поверки, а также реализует пошаговый алгоритм выполнения процедуры с интерактивным вводом исходных данных и автоматическим расчетом промежуточных значений.

← Поверка главного условия

Шаг 2 из 5 40%

Позиция 1: Нивелир посередине

Установите нивелир в точке С строго посередине между рейками А и В

Рейка А (задняя) D = 30,00 м		
Верхняя	Средняя	Нижняя
1750	1600	1450

Отсчёты в мм

Рейка В (передняя) D = 30,00 м		
Верхняя	Средняя	Нижняя
1850	1700	1550

Отсчёты в мм

Превышение $h = a' - b'$ -100,0 мм

Разность плеч: 0,0 м — в пределах допуска

Рис. 2. Экран поверки угла i

Модуль «Карта» реализует интерактивную картографическую среду на базе векторного движка OSMDroid [7]. Для начала работы необходимо создать специализированный проект карты, в рамках которого осуществляется локальное хранение и визуализация размещенных пользователем точек.

При добавлении новой точки доступен выбор типа маркера из предустановленного набора (маркер, окружность, звезда, здание, твердый геодезический пункт, временная точка/пикет), ввод наименования и текстового описания, а также возможность прикрепления фотофиксации объекта (рис. 3).

← Проект 1

Новая точка

Иконка Выбрать

Название
T1

Описание
Находится у бордюра

Фотография



Камера Галерея

Отмена Добавить

Рис. 3. Добавление новой точки на карту

Интерфейс модуля предоставляет исполнителю возможность не только ориентироваться на местности, но и проводить измерения расстояний, устанавливать пользовательские метки и осуществлять фотофиксацию объектов с привязкой к конкретным точкам.

Модуль «Другие функции» выполняет роль навигационного хаба для вспомогательных геодезических расчетов (рис. 4). Модуль предоставляет доступ к четырем специализированным инструментам:

- прямая геодезическая задача (ПГЗ) – расчет координат конечной точки по известным координатам начальной точки, дирекционному углу и расстоянию;
- обратная геодезическая задача (ОГЗ) – определение дирекционного угла и расстояния между двумя точками с заданными координатами. Алгоритм включает определение четверти расположения линии и автоматический расчет румба [8];
- конвертация угловых величин – перевод градусов в градусы-минуты-секунды (ГМС) и обратно, а также конвертация между градусами и радианами, градусами и астрономическими часами. Интерфейс включает вкладки для различных типов преобразований с возможностью копирования результатов в буфер обмена;
- калькулятор угловых операций – выполнение сложения и вычитания угловых величин с автоматическим приведением результата к стандартному формату.

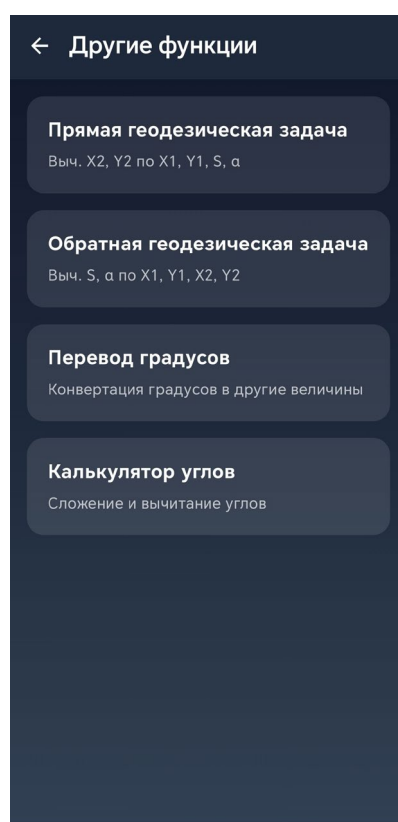


Рис. 4. Меню дополнительных функций

Модуль «Справка». Интерфейс содержит структурированное описание ключевых функций приложения, а также перечень математических формул и алгоритмических зависимостей, лежащих в основе вычислительных модулей системы. Данный раздел может использоваться как учебное пособие при изучении инженерной геодезии.

Модуль «Обратная связь» обеспечивает канал коммуникации с разработчиками. Взаимодействие организовано посредством встраивания веб-интерфейса Google Forms в стандартный компонент WebView [9], что гарантирует кроссплатформенную совместимость форм ввода, автоматическую валидацию данных на стороне сервера и минимизацию клиентского кода.

Модуль «Каталог приборов» предоставляет структурированный доступ к базе предустановленных геодезических инструментов. Для каждого инструмента доступен переход на экран детализации, содержащий полные технические характеристики и встроенный просмотр руководства пользователя в формате PDF (рис. 5).

Дополнительно реализован механизм регистрации пользовательских приборов, позволяющий задать наименование, выбрать тип инструмента (тахеометр/нивелир), внести технические спецификации, прикрепить фотографию прибора и загрузить электронную документацию.



Рис. 5. Карточка инструмента с характеристиками

Заключение

В результате проведенного исследования разработано многофункциональное мобильное приложение «Nivel» для операционной системы Android, предназначенное для автоматизации геодезических работ. Применение двухуровневого подхода к взаимодействию с генеративным искусственным интеллектом (Perplexity Pro для начального проектирования и Cursor AI для углубленной разработки) позволило эффективно создать программный продукт объемом более 14 000 строк кода. Разработаны алгоритмы для решения основных геодезических задач: журнал нивелирования III и IV классов, поверка инструментов, прямая и обратная геодезические задачи, конвертация угловых величин. Реализован интерактивный картографический модуль с возможностью создания проектов, размещения маркеров и измерения расстояний. Создана база данных геодезических инструментов с возможностью расширения пользователем. Обеспечена функция экспорта данных в форматы Excel и TXT для последующей камеральной обработки.

Приложение прошло успешное тестирование на реальных геодезических данных и показало высокую точность вычислений. Программный продукт опубликован в открытом доступе на площадке Rustore и доступен для скачивания по ссылке: <https://www.rustore.ru/catalog/app/com.example.nivel30>.

Приложение может быть использовано как практикующими специалистами, так и студентами геодезических специальностей в качестве учебного пособия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Perplexity AI : официальный сайт. – URL: <https://www.perplexity.ai/pro> (дата обращения: 01.03.2026). – Текст : электронный.
2. Cursor Docs : official documentation. – URL: <https://docs.cursor.com> (дата обращения: 01.03.2026). – Текст : электронный.
3. Уставич, Г.А. Геодезия. В 2-х кн. Кн. 2 [Текст]: учебник для вузов / Г.А. Уставич. – Новосибирск: СГГА, 2014. – 536 с. ISBN 978-5-87693-740-7
4. Coroutines : official documentation. – Kotlin Documentation. – URL: <https://kotlinlang.org/docs/coroutines-overview.html> (дата обращения: 01.03.2026). – Текст : электронный.
5. ГКИНП (ГНТА)-03-010-03. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов : утв. Федер. службой геодезии и картографии России 18.11.03 : введ. в действие с 01.01.04. – Москва : ЦНИИГАиК, 2004. – 135 с.
6. Room persistence library : official documentation. – Android Developers. – URL: <https://developer.android.com/training/data-storage/room> (дата обращения: 02.03.2026). – Текст : электронный.
7. Osmdroid: OpenStreetMap-Tools for Android. – URL: <https://github.com/osmdroid/osmdroid> (дата обращения: 01.03.2026). – Текст : электронный.
8. Jetpack Compose : documentation. – Android Developers. – URL: <https://developer.android.com/jetpack/compose> (дата обращения: 01.03.2026). – Текст : электронный.
9. WebView : API reference. – Android Developers. – URL: <https://developer.android.com/reference/android/webkit/WebView> (дата обращения: 02.03.2026). – Текст : электронный.

© В. Е. Терещенко, В. А. Машинец, В. В. Дубинин, 2026