

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента Мелкого Вячеслава Анатольевича  
на диссертацию соискательницы Мусса Хиба на тему:  
«Технология создания модели квазигеоида с использованием  
спутниковых определений и многоходового нивелирования для  
республики Ливан», представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 1.6.22 Геодезия.**

### **1 Актуальность темы диссертации**

Диссертация посвящена созданию высотной основы на территории Ливана. Для условий Ливана, где единая система высот отсутствует, работа по данной тематике чрезвычайно актуальна. Кроме того, заслуживает внимания методика, которая используется для создания высотной основы.

В геодезической практике в последнее время при решении многих задач широко используются спутниковые определения координат. Развитие приложений, основанных на использовании результатов наблюдений с использованием технологии глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), позволило создать метод спутникового нивелирования. Появилась возможность определения нормальных высот лишь по результатам спутниковых определений. При фактически существующем методе для высотных определений осталось большое количество вопросов относительно точности измерений.

В методе спутникового нивелирования применяется гравитационная модель Земли (EGM), что позволяет по плановым координатам точек земной поверхности вычислять их высоты. При этом отклонения модельных значений от фактических результатов может достигать десятков сантиметров, что не отвечает точности, необходимой при выполнении строительных работ. В этой связи уточнение данных спутникового нивелирования с использованием технологии, обеспечивающей моделирование локального квазигеоида актуальная задача не только Ливана, но и для России. Тема диссертационного исследования Мусса Хиба является на сегодняшний день весьма актуальной.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-311 от 06.09.24  
АУ УС

## **2 Научная новизна диссертации**

Научная новизна состоит в следующем:

- разработана методика построения локального квазигеоида на основе спутниковых определений и многоходового геометрического нивелирования с коррекцией его поверхности по отвесной линии. Многоходовое геометрическое нивелирование следует считать новым предложением, которое после обработки результатов по методу наименьших квадратов позволяет получить интегральную поверхность, ориентированную нормально к отвесной линии;

- получены зависимости точности определения нормальных высот от количества ходов и маршрутов геометрического нивелирования. Разработаны схемы нивелирных ходов, проведены полевые измерения и по их результатам построены новые зависимости;

- разработан алгоритм определения поправочного коэффициента, уточняющий метод спутникового нивелирования. Определен поправочный коэффициент, позволяющий сделать уточнение нормальных высот для региона, где проведены работы по наземному и спутниковому нивелированию.

## **3 Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

*Первое научное положение.* Использование метода геометрического нивелирования, проведенного по нескольким взаимосвязанным маршрутам, повышает точность определения высот локального квазигеоида в два и более раз в зависимости от рельефа местности.

В работе последовательно приведено описание реализации методики проведения натурных геодезических работ – многоходового геометрического нивелирования. Проведен выбор нескольких репрезентативных участков для их проведения в Ливане. Полученные результаты обработаны с использованием метода наименьших квадратов (МНК), которые показали

эффективность использования предлагаемой методики. Таким образом, первое положение следует признать обоснованными. Результат первого научного положения обобщен на всю территорию Ливана.

*Второе научное положение.* На основе разработанного алгоритма для целей строительства зданий и сооружений возможно создание высотной основы для территорий с недостаточно развитой геодезической сетью, которые в Республике Ливан распространены повсеместно. При создании высотной основы к высотам, получаемым по методу спутникового нивелирования вводят поправочные коэффициенты.

Поправочные коэффициенты для областей Ливана, которые расположены между опытными участками, подобранными специально с разными типами рельефа, определены на основе интерполяционного метода (IDW). Полученные в ходе исследований результаты и выводы обеспечены достаточным объемом натурных измерений, проведенных на разных ландшафтных территориях, теоретические расчеты согласуются с результатами альтернативных, независимых исследований, что позволяет сделать вывод о том, что второе положение также обосновано.

При исследованиях применялось сертифицированное оборудование, приборы и программное обеспечение, что говорит о достоверности полученных результатов.

Основные положения и результаты работы докладывались на следующих конференциях: XVII International Forum-Contest of Students and Young Researchers «Topical Issues of Rational Use of Natural Resources (июнь 2021 г., г. Санкт-Петербург); XIX International Forum-Contest of Students and Young Researchers «Topical Issues of Rational Use of Natural Resources (май 2023 г., г. Санкт-Петербург), The International Conference on Geosynthetics and Environmental Engineering (март 2023 г., г. Чеджу, Южная Корея).

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается апробацией результатов исследования на 5-и международных и всероссийских конференциях, а также актом внедрении результатов (ООО

«Лаборатория Инжиниринга», акт о внедрении от 02.10.2023 г).

#### **4 Научные результаты, их ценность**

Автором предложена технология создания модели квазигеоида для Республики Ливан, основанная на использовании ГНСС измерений и многоходового нивелирования и позволяющая определять нормальные высоты методом спутникового нивелирования, дополненного поправочными коэффициентами. Научная ценность состоит в создании инструмента современных средств геодезических измерений, который поднимает на новый уровень технологии определения нормальных высот.

#### **5 Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации**

Теоретическая значимость результатов состоит в научном обосновании технологии построения локального квазигеоида на основе использования спутниковых определений, которые совместно с оригинальными способами применения геометрического нивелирования создают предпосылки для развития традиционных методов геодезических измерений и их увязывания с технологиями ГНСС-измерений, что весьма значимо в целом для геодезии.

Практическая значимость состоит в разработке методики определения нормальных высот на территории Ливанской Республики. Разработанная методика определения нормальных высот по данным спутникового нивелирования и их корректировки по данным геометрического многоходового нивелирования принята к использованию в системе геодезических работ компанией ООО «БЕНТА», что подтверждается актом внедрения от 01.12.2023 г.

#### **6 Рекомендации по использованию результатов работы**

Результаты диссертационных исследований могут быть использованы: при построении модели квазигеоида; частично или полностью разработанная

методика определения нормальных высот может быть встроена в компьютерные технологии или программные продукты.

Результаты исследований целесообразно использовать в проектных и строительных организациях геодезического профиля, а также в учебном процессе при обучении специалистов по направлению «Прикладная геодезия».

Технология определения нормальных высот может быть применена на геодезических предприятиях (в диссертации имеется Акт внедрения).

## **7 Замечания и вопросы по работе**

1. В диссертации приведена схема многоходового нивелирования, однако почему выбрана именно такая конфигурация и рассматривались ли другие схемы.

2. Действительно по разным маршрутам нивелирования можно получить разные отметки. Каким образом при этом определялось гравитационное поле?

3. Вопросы о построении квазигеоида существуют уже достаточно давно. Есть уже готовые разработки, в том числе и в России, хотелось бы увидеть сравнительные оценки с имеющимися результатами.

## **8 Заключение по диссертации**

Диссертационная работа «Технология создания модели квазигеоида с использованием спутниковых определений и многоходового нивелирования для республики Ливан», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22 Геодезия полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм,

а ее автор – Мусса Хиба – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия.

### Официальный оппонент

ведущий научный сотрудник  
лаборатории вулканологии и  
вулканоопасности  
федерального  
государственного бюджетного  
учреждения науки Института  
морской геологии и геофизики  
Дальневосточного отделения  
Российской академии наук,  
доктор технических наук

Мелкий Вячеслав Анатольевич

«30» августа 2024 г.

Подпись В. А. Мелкого удостоверяю.

Ученый секретарь ИМГиГ ДВО РАН,  
кандидат технических наук



А. А. Верховцов

Сведения об официальном оппоненте:

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук

Структурное подразделение: лаборатория вулканологии и вулканоопасности

Должность: ведущий научный сотрудник

Почтовый адрес: 693022, Россия, Дальневосточный федеральный округ, Сахалинская область, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1Б

Телефон: +7 (4242) 791-517

Электронный адрес: vamelkiy@mail.ru

Официальный сайт в сети Интернет: <http://www.imgg.ru/ru>

Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация:

1.6.15. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.

Я, Мелкий Вячеслав Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.