

ОТЗЫВ

официального оппонента – д.т.н., доцента Мазурова Бориса Тимофеевича на диссертацию Чан Тхань Шон на тему: «Создание опорной геодезической сети при изысканиях и строительстве с использованием спутниковой технологии определения топоцентрических координат», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 – Геодезия

Актуальность. Опорная геодезическая сеть является тем базисом, который определяет качество исполнения проекта любой сложности в строительстве. Более того для реализации ряда проектов строительства необходима повышенная точность, достижение которой напрямую связано с построением специальных геодезических сетей. Современные технологии измерений объективно ориентированы к геоцентрическим координатам, определяемые с использованием глобальной навигационной спутниковой системы (далее ГНСС). Создание 3D моделей это современный инструмент компьютерных технологий. Однако переход к трехмерным модельным технологиям в строительстве следует проводить поэтапно – эволюционным путем. В конечном варианте ожидаемая разработка BIM-технологии. Однако для этого следует решить ряд задач. Одно из направлений в этом аспекте – это разработка алгоритмов редуцирования спутниковых определений на плоские конформные проекции. Исследования в этом направлении уже ведутся, и предложенная соискателем работа посвящена этой актуальной научно-практической тематике. Например, известна методика перевода геоцентрических координат на коническую проекцию. В этой связи тема настоящих исследований по переводу спутниковых определений на плоскость с топоцентрическими координатами представляется актуальной.

Научная новизна. В ходе диссертационных исследований автором достигнуты новые научные результаты, суть которых заключается в следующем:

– получены зависимости отклонений топоцентрических координат от геоцентрических, дано сравнение их с зональными координатами в проекции Гаусса-Крюгера (или в международной UTM);

№ 64-9
от 10.04. 2020

– разработана методика ориентирования топоцентрической поверхности относительно отвесной линии с оценкой искажений координатного положения точек в зависимости от расстояния до точки касания поверхностей;

– обоснована методика передачи отметок на монтажные горизонты с использованием локальной топоцентрической плоскости.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Новые научные результаты исследований позволили автору обосновать научные положения, выносимые на защиту.

Возможность оперативного получения геоцентрических координат с использованием спутниковых определений и выявление зависимостей отклонений топоцентрических координат от геоцентрических позволили автору обоснованно сформулировать первое научное положение: при изысканиях и строительстве геодезической сети, как правило, создают с использованием спутниковой технологии, при этом опорную сеть следует проецировать на топоцентрическую плоскость, что дает преимущество по точности и в плане, и по отметкам относительно проекции Гаусса-Крюгера, величина которого зависит от расположения участка строительства относительно осевого меридиана зоны.

Обоснованием для второго научного положения послужили новые результаты исследований по моделированию и оценке точности определения координат топоцентрической поверхности, ориентированной по нормали к отвесной линии. Предложен оригинальный алгоритм разворота эллипсоида с оценкой искажений координатного положения точек в зависимости от расстояния до точки касания поверхностей (эллипсоида и топоцентрической поверхности). Результаты этих исследований позволили сформулировать второе положение: ориентирование топоцентрической плоскости целесообразно выполнять по нормали к отвесной линии, определение которой с требуемой точностью можно вычислять с учетом аномалий высот и вращением эллипсоида.

Следует признать обоснованным и третье положение: использование топоцентрических координат позволяет уменьшить погрешности проецирования длин линий геодезических сетей на участках до 20 км более чем двукратно

относительно проекции Гаусса-Крюгера. Автором приведены конкретные данные, показывающие различную степень точности отображения на плоскости геоцентрических координат. Показана численно эффективность применения плоской поверхности с топоцентрическими координатами.

Новизна научных исследований и положений, позволила автору обоснованно сформулировать заключительные выводы:

1. Проведен анализ и сделан выбор в пользу использования топоцентрических координат в строительстве. Использование цилиндрических проекций (UTM или Гаусса-Крюгера) дает значительные ошибки при строительстве протяженных и крупных объектов (в особенности распространяющихся в широтном направлении).

2. Расстояния между точками при уравнивании ГНСС-сетей в локальной топоцентрической прямоугольной горизонтальной системе, можно сказать, не искажаются относительно поверхности эллипсоида (локальная плоскость с условным радиусом L , который составляет 11 км). Контрольные точки следует принимать такие, которые располагаются ближе к центру топоцентрической поверхности, где искажения весьма чувствительно отражаются на ее периферийные области.

3. Уравнивание ГНСС-сетей в локальной топоцентрической системе подобно тому, как это производится в плоской прямоугольной системе координат. Алгоритм уравнивания ГНСС-сетей легко программируется и может быть эффективно реализован для разбивочных сетей с небольшими длинами сторон, которые используются при строительстве различных объектов. В частности, показаны алгоритмы использования интерполяционных формул, требующие определенного сочетания точек с известными нормальными высотами и промежуточных с геодезическими высотами; приведены выкладки для построения модели высот по локальному квазигеоиду, а также на основе учёта отклонений отвесных линий путем вращения эллипсоида.

4. При исследовании интерполяционных способов обосновано, что все четыре метода интерполяции дают приемлемые результаты. Так, около 80% тестовых линий имеют допустимую точность для нивелирования III класса, в

том числе для горных местностей. Естественно, обеспечивается 100% точность для технического нивелирования. Показано, что на практике целесообразно использовать интерполяционный метод, основанный на среднем весе измерений.

5. Получены важные результаты, свидетельствующие не столько о возможности, сколько о целесообразности применения ГНСС технологии для вычисления и нормальных высот, а главное плановых координат. Использование топоцентрических координат позволяет уменьшить погрешности проецирования длин линий геодезических сетей на участках до 20 км более чем двукратно относительно проекции Гаусса-Крюгера.

6. Результаты исследований прошли проверку на конкретных объектах Вьетнама и показали высокую эффективность их использования.

7. Результаты диссертации обозначили перспективы дальнейших исследований, которые состоят в поиске решений по уточнению определения нормальных высот по данным спутниковых определений за счет разработок локальных моделей квазигеоида, а также и в целом применении лишь геоцентрических координат для непосредственной работы в трехмерных координатах.

Достоверность результатов исследований обеспечивается корректной постановкой исследовательских задач. Действительно для достижения поставленной цели необходимо было: проанализировать методы перевода геоцентрических координат на различные проекции, в том числе на топоцентрическую поверхность. Этот анализ позволил автору утвердиться в актуальности работы и обозначить конкретику исследований. Далее выполнено математическое моделирование геодезических опорных сетей с целью оптимизации по точности расположения ее пунктов. Отдельно рассмотрен и поставлен вопрос о разработке методики расчета нормальных высот пунктов по данным спутниковых определений. Наконец следовало выполнить проверку разработанной методики построения опорной сети на объектах Вьетнама, потребовало детализированного планирования натурных экспериментов. При исследованиях использовался соответствующий целям и задачам исследования современный математический аппарат, включающий элементы теории

математической обработки геодезических измерений (в том числе метод наименьших квадратов), математической статистики и моделирования геодезических сетей, методы аналитической геометрии на плоскости и в пространстве. Исследование выполнено с применением аттестованных измерительных средств, апробированных методик измерения и обработки данных с оценкой точности измерений. Главным показателем следует считать тот факт, что результаты исследований согласуются с выводами, полученными разными исследователями, независимо от разработок автора.

Значимость работы состоит в предложении автором оригинального решения при формировании геодезической основы в строительстве, заключающийся в применении локальной плоской поверхности с топоцентрическими координатами. При этом доказано, что опорная геодезическая сеть, созданная в топоцентрических координатах, имеет минимальные искажения относительно геоцентрических координат. Практическая значимость состоит в разработке инженерной методики построения опорных геодезических сетей.

Основные результаты работы докладывались на международных, всероссийских и региональных конференциях, в том числе: в Горном университете на XIII Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии при недропользовании», секция «Инновационные технологии в маркшейдерском деле, геодезии и кадастре» (2017 г.), в СПбГУ на Международной научно-практической конференции «Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. От идеи до внедрения» (2017 г.) и на Большом географическом фестивале (2019г). Эти показатели свидетельствуют о достаточной апробации результатов исследований.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и приложений, изложенных на 162 страницах машинописного текста. Диссертация содержит 60 рисунков, 42 таблицы, список литературы из 108 российских и зарубежных наименований.

Основные научные результаты, полученные автором диссертации, достаточно полно отражены в 12 публикациях, в том числе в 6 публикациях в рецензируемых изданиях, рекомендованных Министерством науки и высшего

образования Российской Федерации, 2 в изданиях, индексируемых международной базой данных SCOPUS».

Замечания.

1. Автор хорошо владеет математическим аппаратом и представил выкладки по переводу геоцентрических координат на плоскую проекцию в топоцентрических координатах. В то же время не показано как соотносятся результаты исследований и алгоритм перевода координат с известной монографией: Преобразование координат из одной системы в другую (авторы В.Н. Баландин, И. В. Меньшиков, Ю. Г. Фирсов)

2. Каким образом определяется уклонение отвесной линии? Следовало бы указать об этом немного расширенно.

3. В диссертации приведен способ определения нормальных высот по данным спутниковых определений и геометрического нивелирования. Вместе с тем не приведен анализ точности определения отметок в зависимости от количества точек геометрического нивелирования.

Приведенные замечания больше носят конструктивный характер и не снижают высокой оценки диссертации.

В целом диссертационная работа оценивается весьма положительно. В ней содержится решение актуальной задачи разработки методики создания опорной геодезической сети в строительстве с использованием спутниковой технологии определения топоцентрических координат. Диссертация является законченной научной работой, в которой решены все поставленные задачи и достигнута цель исследований.

Настоящая диссертация: «Создание опорной геодезической сети при изысканиях и строительстве с использованием спутниковой технологии определения топоцентрических координат», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 – Геодезия, соответствует требованиям пунктов 2.1-2.6 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский

горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм, а ее автор – Чан Тхань Шон – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 – Геодезия.

Официальный оппонент,
профессор кафедры космической и физической геодезии
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет
геосистем и технологий»
доктор технических наук, доцент

 / Мазуров Борис Тимофеевич
« 25 » 03 2020 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», РФ 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, д. 10, тел. +7 (383) 343-39-37, Эл. почта: rektorat@ssga.ru, сайт: <https://sgugit.ru/>

