



**МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА
(МГУ)**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени П.К.ШТЕРНБЕРГА
(ГАИШ)**

Университетский проспект, д.13 Москва, В-234, 119991
Телефон: 939-20-46, Факс: 932-88-41

15 июля 2022 № *123-20/202-6-13*
На № _____

Заместителю председателя
диссертационного совета
Д 308.005.01
при ФГУП «ВНИИФТРИ»
А.Н. Щипунову

141570, Московская обл.,
Солнечногорский р-н,
г.п. Менделеево

Уважаемый Андрей Николаевич!

Высылаю отзыв ведущей организации (ГАИШ МГУ
им. М.В. Ломоносова) на диссертацию Мурзабекова Мурата Муштафаровича
на тему «Совершенствование метода измерений отклонений отвесной линии
на основе перебазированного зенитного телескопа» на соискание учёной
степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 «Приборы и
методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Приложения: отзыв на ____ листах, экз. № 1,2.

Директор ГАИШ МГУ



К.А. Постнов



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ГАИШ МГУ

профессор, д.ф.-м.н. Постнов К.А.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
Мурзабекова Мурата Муштафаровича на тему
«Совершенствование метода измерений отклонений отвесной линии на основе
перебазируемого зенитного телескопа»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды,
веществ, материалов и изделий»

Актуальность темы исследований

Уклонение отвесной линии (УОЛ) напрямую связано с разностью астрономических и геодезических координат. Долгое время определение УОЛ было единственным методом изучения формы уровенной поверхности потенциала силы тяжести (так называемый астрономо-геодезический метод), и его знание было необходимо геодезистам для редуцирования угловых измерений на отсчетную поверхность. Измерения выполнялись визуальным способом, и качество измерений зависело не столько от качества аппаратуры, сколько от квалификации наблюдателей.

В настоящее время на смену традиционным линейно-угловым измерениям и астрономо-геодезическим наблюдениям пришли спутниковые системы и цифровые зенитные телескопы (астроизмерители). Появилась возможность на новом уровне вернуться к изучению локальной структуры гравитационного поля Земли (ГПЗ). Непосредственное определение УОЛ имеет актуальность в задачах, связанных с определением астрономического азимута и

при решении классических геодезических задач. Важнейшее из навигационных применений высокоточных измерений УОЛ состоит в снижении систематической погрешности ориентации осей инерциальных навигационных систем и при подготовке навигационно-гравиметрических карт при создании корреляционно-экстремальных навигационных систем (КЭНС) по ГПЗ.

Поэтому диссертационная работа М.М. Мурзабекова является актуальной; автоматизация наблюдений и усовершенствованный метод измерений уклонений отвесной линии дают возможность увеличить число наблюдений и повысить их точность.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, обозначений и сокращений, списка цитируемой литературы из 133 наименований и одного приложения. Общий объем диссертации составляет 154 страницы. Диссертация содержит 47 рисунков и 24 таблицы.

Введение посвящено обоснованию актуальности темы диссертационной работы. Во «Введении» формулируются цель работы и решаемая научная задача, представлены положения, выносимые на защиту и научная новизна исследований, сведения о практической и теоретической значимости и внедрение результатов исследований, определен личный вклад автора.

В первой главе представлен анализ сравнения основных методов определения УОЛ по точности и оперативности, исходя из которого, делается вывод о преимуществе астрономо-геодезического метода перед остальными методами. Представлены существующие зарубежные и российские реализации астроизмерителей УОЛ (мобильных зенит-телескопов), дается описание метода измерений. По результатам анализа определены основные недостатки существующего метода измерений УОЛ.

Во второй главе изложены результаты анализа основных источников погрешностей при наблюдениях с астроизмерителями. Приводится сравнительный анализ точностных характеристик различных высокоточных звездных каталогов, различных методов определения координат центров

изображений звезд и методов привязки кадров звездного неба к звездному каталогу.

В третьей главе представлено обоснование нового предлагаемого метода измерений УОЛ с астроизмерителем. Приводится подробный анализ измеряемых и неизвестных параметров астроизмерителя, предлагается новый метод измерений. Представлен пример практической реализации предлагаемого метода. В новом методе, в отличие от традиционного метода, автор предлагает определять в каждой серии измерений свой набор калибровочных коэффициентов за счет свойства «автокалибровки». К тому же в новом методе не требуется высокоточное определение угла поворота телескопа вокруг вертикальной оси и снижены требования к жесткости основания при установке телескопа. Это расширяет возможности проведения измерений в полевых условиях.

В четвёртой главе представлены результаты моделирования нового метода в лабораторных условиях и испытаний в полевых условиях. При проведении испытаний автором обнаружено изменение калибровочных коэффициентов астроизмерителя, что подтверждает целесообразность использования разработанного метода измерений. Испытания нового метода в полевых условиях проведены лично автором на 5 географических точках в течение 16 наблюдательных звездных ночей. По результатам испытаний получено:

1) Оперативность измерений повышена: время измерений в точке сократилось с 1,5 ч до 30 минут.

2) Точность измерений повышена по сравнению с традиционным методом: СКО измерений составляющих УОЛ не превышает 0,2";

3) Производительность измерений повышена в два раза: возможно проведение измерений в 5-8 точках за ночь.

В целях решения задачи подготовки высокодискретной карты гравитационного поля Земли автором проведены измерения на полигоне, состоящем из 18 точек и дискретностью 3-5 км между ними. Сравнение

измеренных и смоделированных по модели геопотенциала значений УОЛ показало наличие локальных аномалий, которые не определяются из модели. Для подготовки маршрута навигации автором проведены измерения на известной Московской аттракции. Проведен анализ потенциально достижимой точности вычисления компонент гравитационного градиента по измерениям составляющих УОЛ и ускорения силы тяжести. Представлен комплекс средств метрологического обеспечения астроизмерителей.

В заключении представлены основные полученные результаты, сделан вывод о достижении цели, поставленной в диссертационной работе.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 11-ти статьях, 3 из которых в научных журналах, входящих в «Перечень ВАК». Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Работа прошла **апробацию**: по результатам работы сделано более 10 докладов на научно-технических конференциях.

Полученные в диссертации результаты следует характеризовать как **достоверные**, что подтверждаются успешной экспериментальной проверкой.

Результаты исследований использовались в пяти научно-исследовательских отчетах.

Наиболее значимые научные результаты работы и научная новизна
Автором:

1) разработан новый метод измерений УОЛ с астроизмерителем, который в отличие от традиционного метода, позволяет учитывать изменение калибровочных коэффициентов между сериями измерений за счет свойства «автокалибровки». Предлагаемый метод измерений не требует устройства специальных наземных оснований, что расширяет возможность измерений в полевых условиях. Испытания нового метода в полевых условиях показали:

- а) время проведения измерений в точке сократилось с 1,5 ч до 30 минут;
- б) среднее квадратическое отклонение измерений не превышает 0,2";

в) производительность измерений увеличена в два раза – до 5-8 измерений в разных точках за ночь;

2) разработана программно-математическая модель астроизмерителя для моделирования нового метода измерений. Данные моделирования использовались для отладки алгоритмов обработки разработанного метода в лабораторных условиях. Это позволило использовать алгоритмы нового метода при непосредственных испытаниях при проведении реальных наблюдений;

3) впервые проведена оценка зависимости точности астроизмерений УОЛ от выбора звездного каталога, метода определения координат центров изображений звезд и метода привязки кадра звездного неба к звездному каталогу. Установлено, что их суммарное влияние не превышает $0,03''$;

4) использование нового метода и испытательного стенда позволило оперативно и с высокой точностью создать дискретную карту ГПЗ с высоким разрешением и уточнить значения УОЛ при подготовке опорного маршрута навигации на Московской аттракции. Обнаружены ранее неизвестные локальные аномалии УОЛ, что открывает новые возможности для создания дискретных навигационных гравиметрических карт высокого разрешения и точности.

Практическая значимость проведенных исследований

Разработанный метод измерений уклонов отвесной линии повышает характеристики перспективных астроизмерителей по точности и оперативности. Это позволит создавать с высокой оперативностью точные и дискретные карты высокого разрешения и базы данных уклонов отвесной линии, что недостижимо с использованием традиционных методов определения УОЛ и современных моделей геопотенциала.

Автор диссертации лично:

- разработал метод измерений уклонов отвесной линии с помощью астроизмерителя;

- провел испытания разработанного метода в полевых условиях, подготовил публикации по теме работы, участвовал в различных международных и всероссийских научных конференциях.

Все результаты, приведенные в диссертации, получены либо непосредственно автором, либо с его существенным участием.

Рекомендации по использованию результатов и выводов

Результаты и выводы диссертационной работы в дальнейшем могут быть использованы при создании перспективных астроизмерителей УОЛ, которые могут найти широкое применение при решении ряда научных задач: изучение локальной и региональной модели гравитационного поля Земли, уточнение значений УОЛ на пунктах астрономо-геодезической сети и т.д.

Недостатки и замечания

Вместе с тем, по диссертационной работе имеется ряд замечаний:

1. В работе указывается, что измерения в некоторых положениях телескопа могут отбрасываться в силу воздействия вибраций, сильного ветра и т.д. при итоговой обработке результатов измерений. Однако при проведении измерений в полевых условиях не отмечено, какое количество измерений при этом отбрасывается.

2. Испытания разработанного метода проводились на 5 географических точках на территории Московской, Калужской и Новгородской области. Результаты испытаний показали независимость результатов измерений от географического расположения. Но непонятны критерии, по которым выбирались эти точки; известны ли значения УОЛ на этих точках, определенные другими независимыми способами; какова сходимость результатов измерений с известными значениями.

3. На рисунке 45 а) отсутствует шкала измерений. Показан только диапазон разброса значений УОЛ.

4. В диссертации и автореферате присутствуют грамматические и орфографические ошибки.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация изложена логично и последовательно.

Заключение

Оценивая диссертационную работу Мурзабекова Мурата Муштафаровича в целом, можно сделать следующее заключение:

- тема диссертации актуальна, диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена научная задача;
- результаты диссертации обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью, в достаточной степени представлены в опубликованных научных трудах автора;
- автореферат диссертации достаточно полно отражает ее основное содержание;
- использование результатов работ других авторов сопровождается корректными ссылками на их публикации;
- отмеченные замечания не снижают научную значимость диссертации и общую положительную оценку работы;
- диссертация Мурзабекова М.М. отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Отзыв подготовлен заведующим кафедрой небесной механики, астрометрии и гравиметрии физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, профессором, д.ф.м.н. Жаровым Владимиром Евгеньевичем.

Диссертационная работа Мурзабекова М.М., автореферат и настоящий отзыв обсуждены и одобрены на заседании Координационного совета по астрометрии ГАИШ МГУ 19 февраля 2019 г.

Председатель Координационного совета
по астрометрии ГАИШ МГУ, д.ф.м.н.

А.К. Дамбис


15.06.2020