

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
**Пермский федеральный  
исследовательский центр  
Уральского отделения  
Российской академии наук  
(ПФИЦ УрО РАН)**

ул. Ленина, 13а, г. Пермь, 614000  
тел. (342) 212-60-08, факс 212-93-77  
E-mail: psc@permisc.ru, http://www.permisc.ru  
ОКПО 48420579, ОГРН 1025900517378  
ИНН 5902292103, КПП 590201001

05.03.2024

на №

№ 337/2171 - 126

от

УТВЕРЖДАЮ

Директор ПФИЦ УрО РАН,  
член-корреспондент РАН  
доктор физико-математических наук,



О.А.Плехов

### ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу

Малышевой Дарьи Алексеевны

**«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ПОВЫШЕНИЯ  
ТОЧНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»**

по специальности 1.6.9 – геофизика

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертационная работа Д.А.Малышевой посвящена развитию методических приемов повышения точности гравиметрических измерений за счет учета различного рода помех. В работе убедительно доказано, что с использованием предлагаемого комплекса дополнительного оборудования на гравиметрических пунктах и разработанных методических приемов обработки данных может быть достигнута повышенная точность гравиметрических измерений.

#### **Объект, предмет и актуальность исследований**

*Объектом исследований* являются методы и результаты учёта микросейсмического и метеорологического воздействия на гравиметрические измерения, а также разработка программно-аппаратного комплекса геофизического оборудования, позволяющего выполнять гравиметрические измерения с высокой точностью.

*Предметом исследований* являются результаты инструментальных геофизических наблюдений с относительным гравиметром Autograv CG-5 и данные сейсмологических и метеорологических наблюдений на гравиметрических пунктах.

*Актуальность представленных в диссертации исследований* не вызывает сомнений, поскольку высокоточные гравиметрические измерения необходимы для создания фундаментальной гравиметрической сети, решения геодезических задач, изучения глубинного строения зем-

ной коры и изменения гравитационного поля Земли во времени, при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, гравиметрическом мониторинге опасных геологических процессов природного и техногенного генезиса. Совершенствование существующих и разработка новых методических приемов проведения высокоточных измерений позволят оценить влияние внешних факторов и выполнять измерения на гравиметрических пунктах с требуемой точностью.

### **Цель и задачи исследований**

*Целью* исследований являлось разработка методических приемов выполнения наземных гравиметрических измерений с высокой точностью, определение необходимых условий проведения наблюдений и разработка комплекса геофизической аппаратуры, позволяющего учитывать и компенсировать различного рода помехи для того чтобы в полной мере реализовать точностные характеристики гравиметра.

*Основными задачами*, поставленными перед диссертантом, были разработка методических приемов, позволяющих оценить погрешность гравиметрических измерений, учет влияния сейсмических событий на гравиметрические измерения, совершенствование методических приемов учёта метеорологического воздействия и получение экспериментальной оценки влияния возмущающих внешних факторов на относительные наземные гравиметрические наблюдения.

Каждая из перечисленных выше задач исследований вынесена в отдельное защищаемое положение. Первое и второе защищаемые положения определяют комплекс методических приемов повышения точности относительных гравиметрических наблюдений с использованием сейсмической информации и способы учета влияния метеорологических факторов на показания гравиметра. Третье защищаемое положение, где даны рекомендации по созданию программно-аппаратного комплекса геофизического оборудования, позволяющего выполнять гравиметрические измерения на опорных и рядовых гравиметрических пунктах с высокой точностью, является логическим завершением диссертационной работы.

### **Научная новизна и практическая значимость полученных результатов**

*Научная новизна* работы заключается в разработке методических приемов учета влияния сейсмического воздействия на полученные ряды гравиметрические данных, оценке влияния изменения окружающей температуры, а также влияние резких скачков внешней температуры на точность наземных гравиметрических измерений, оценке изменения скорости дрейфа нуля-пункта гравиметра в экстремальных условиях высокой влажности. Определена и обоснована структура комплекса геофизической аппаратуры, необходимого и достаточного для выполнения высокоточной наземной гравиметрической съемки. Автором убедительно доказано, что по-

грешности измерений с гравиметром, вызванные внешними факторами, такими как приливы, вариации атмосферного давления, скачки внешней температуры, сейсмические события, необходимо рассчитывать индивидуально, учитывая особенности каждого прибора.

*Практическая значимость* заключается в разработке рекомендаций по проведению гравиметрических наблюдений повышенной точности. На примерах сопоставления погрешностей измерения значений силы тяжести с магнитудами землетрясений установлено время воздействия сейсмических событий на гравиметрические измерения в зависимости от удаленности эпицентра, что подтверждает необходимость введения в состав комплекса сейсмической станции и корректного использования ее сигналов для уменьшения уровня микросейсмического шума при гравиметрических измерениях. Сформулированы методические приемы учета влияния метеорологических факторов на точность измерений и показана необходимость непрерывного отслеживания метеофакторов (температуры, давления, влажности) и их изменения в процессе проведения съемки.

Реализация разработанных методических приемов по достижению наилучшей точности гравиметрической съемки, рекомендации по составу и структуре необходимого комплекса оборудования, оценка регионального микросейсмического шума на площади гравиметрических работ позволили автору получить требуемую погрешность измерений.

*Достоверность результатов исследований* подтверждается апробацией результатов исследований по обработке информации на территории европейской части России, где были получены данные по точности наблюдений значительно превышающие требования к гравиметрическим пунктам наземных гравиметрических измерений.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Широкое применение предлагаемого автором комплекса дополнительного оборудования на гравиметрических пунктах и разработанных методических приемов обработки данных должны быть использованы при проведении высокоточных гравиметрических измерений для решения большого круга геодезических и геологических задач, для поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, при гравиметрическом мониторинге, создании и совершенствовании опорной гравиметрической сети.

### **Основные замечания по диссертационной работе**

1. В первой главе работы детально описана аппаратура, применяемая при наземной гравиметрической съемке, особенности чувствительной системы современных гравиметров и их аппаратные погрешности, а также методика наземной гравиметрической съемки. Учитывая, что проектирование сети полевых гравиметрических наблюдений не входит в задачи исследований, здесь следовало бы более подробно описать иерархию сети опорных гравиметрических пунктов

и требования к их параметрам на различных уровнях, поскольку далее по тексту диссертации автором получены результаты «превышающие требования к гравиметрическим пунктам». Однако эти требования не описаны, а упомянуты только допустимые погрешности измерения силы тяжести на пунктах фундаментальной гравиметрической сети и государственной сети I класса.

2. Во второй главе, где обоснованы методические приемы повышения точности гравиметрических наблюдений с помощью использования сейсмической информации, как следует из текста диссертации, анализировались записи сейсмостанции UGRA и одного гравиметра CG-5 Autograv. Поскольку каждый гравиметр имеет свои индивидуальные характеристики, следовало бы использовать записи нескольких гравиметров для получения некоторых усредненных данных о влиянии землетрясений и уровня микросейсм на показания гравиметра. Кроме того, не исследованы возможности встроенного в программное обеспечение гравиметра сейсмического фильтра, а только констатировано, что «использование стандартной программы осреднения отсчетов гравиметра, используемого его математическим обеспечением, нецелесообразно».

3. При учете изменения атмосферного давления на показания гравиметра желательно было бы установить критерии величины перепада давления, при которых необходима барометрическая поправка, поскольку, как правило, в течение гравиметрического рейса давление изменяется достаточно плавно и может быть учтено вместе со смещением нуля-пункта гравиметра.

4. При оценке влияния изменения окружающей температуры на гравиметрические измерения, учитывая, что в гравиметр встроена система терморегуляции датчика и специальное программное обеспечение, следовало бы также сравнить температуру датчика гравиметра с окружающей температурой. Возможно, что в условиях экстремального перепада температур на гравиметрических пунктах не достаточно успешно работает температурная стабилизация датчика или программное обеспечение гравиметра.

5. В качестве редакционного замечания следует отметить повсеместное использование для единицы измерения значений силы тяжести мГал и мкГал. Учитывая малые величины погрешности, которые получает автор, следовало бы использовать только мкГал.

### **Выводы**

Перечисленные выше замечания не умаляют достоинств диссертации Д.А.Малышевой. Она является законченной научно-квалификационной работой, обладающей внутренним единством, научной новизной и практической значимостью. В диссертации представлено самостоятельное решение актуальной научной задачи повышения точности гравиметрических измерений путем учета различного рода помех. Полученные результаты, методические рекомендации и практическая реализация разработанных приемов проведения высокоточных гравиметриче-

ских измерений подтверждают высокую перспективность исследований автора для решения широкого круга прикладных задач.

Полученные результаты базируются на большом объеме исходных данных, их анализе, моделировании, интерпретации и визуализации. Все научные положения, выводы и рекомендации полностью обоснованы. Три сформулированные диссертантом защищаемые положения полностью раскрыты в тексте работы. Текст написан грамотным профессиональным языком, содержит все необходимые формулы и высококачественные цветные рисунки. Иллюстративный материал и таблицы хорошо дополняют содержание разделов. Диссертационная работа в целом полностью отвечает формуле специальности 1.6.9 и п.п. 16, 17, 20, 24 паспорта специальности.

Автореферат и 14 опубликованных работ отражают основное содержание диссертации. Среди имеющихся публикаций - 5 статей в рецензируемых научных изданиях, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК и один патент на изобретение. Результаты проведенных исследований неоднократно докладывались на Международных научных конференциях.

Диссертационная работа отвечает критериям, указанным в Постановлении Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 "О порядке присуждения ученых степеней" (в действующей редакции), а её автор – Малышева Дарья Алексеевна, несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Диссертационная работа и отзыв ведущей организации обсуждены на заседании лаборатории геопотенциальных полей «ГИ УрО РАН» 26.02.2024 г.

Заведующий лабораторией геопотенциальных полей  
«Горный институт Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук ("ГИ УрО РАН"),  
доктор геолого-минералогических наук

Бычков Сергей Габриэльевич

29.02.2024 г.

Подпись Бычкова Сергея Габриэльевича заверяю:

Главный специалист  
"ГИ УрО РАН" по кадрам



С.Г.Дерюженко