

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента **КОСТИЦЫНА Владимира Ильича**  
на диссертацию **МАЛЫШЕВОЙ ДАРЬИ АЛЕКСЕЕВНЫ**  
«Совершенствование методических приемов повышения точности  
выполнения наземных гравиметрических измерений»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 1.6.9 «Геофизика»

### **1. Актуальность темы диссертации**

Диссертационная работа Д.А. Малышевой посвящена разработке новых и улучшению существующих методических приемов для повышения точности наземных гравиметрических измерений. С помощью относительных высокоточных исследований решаются важные задачи геофизики и гравirazведки, главными из них являются поиск месторождения полезных ископаемых и изучение глубинного строения Земли. Повышение точности гравиметрических съемок позволяет значительно расширить область их применения, например, в нефтегазовой промышленности. Поэтому тема диссертационных исследований представляется актуальной, а поставленная цель – дополнить и уточнить методические приемы выполнения наземных гравиметрических измерений, которые позволят повысить точность на опорных пунктах, а также пунктах наземных гравиметрических съемок – в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

### **2. Степень обоснованности научных положений**

Результаты проведенных теоретических и экспериментальных работ по применению предложенных соискателем методических приемов достаточно обоснованы, соответствуют теоретическим положениям геофизических полей и не противоречат исследованиям ведущих геофизиков в данной области.

### **3. Достоверность результатов исследований**

Достоверность результатов высокоточных гравиметрических исследований с использованием предложенных методических приемов

подтверждается экспериментальными работами, выполненными ИФЗ РАН на территории европейской части России. Научные положения, вынесенные на защиту, имеют необходимую доказательную базу.

#### **4. Новизна результатов исследований**

1. Определена и обоснована структура комплекса геофизической аппаратуры, необходимого и достаточного для высокоточной наземной гравиметрической съемки.

2. Проведена оценка влияния изменения окружающей температуры на высокоточные гравиметрические измерения при транспортировке гравиметра во время смены пункта наблюдения, а также влияние резких скачков внешней температуры на точность наземных гравиметрических измерений.

3. Проведена оценка изменения скорости смещения нуля-пункта гравиметра в экстремальных условиях высокой влажности на пункте измерения.

4. Усовершенствован методический прием, учитывающий влияние сейсмического воздействия на полученные ряды гравиметрические данных.

#### **5. Значимость полученных результатов для науки и практики**

Полученные результаты могут быть положены в основу создания комплекса аппаратуры, обеспечивающего высокоточные относительные гравиметрические измерения на опорных гравиметрических пунктах и рядовых пунктах в ходе выполнения гравиметрической съемки. Также разработаны методические рекомендации по использованию информации с комплекса аппаратуры для получения наивысшей точности гравиметрических измерений.

Разработанные методические приемы позволяют учесть влияние сейсмических и метеорологических факторов, которые являются помехами при высокоточных гравиметрических измерениях. Например, учитывать время затухания колебаний основания, на котором установлен гравиметр и величину возможной погрешности. Учитывать, что погрешность, вызванная перепадом температуры при перемещении гравиметра с одного пункта

измерений на другой во время гравиметрической съемки, имеет квадратичную зависимость и достигает 0.1–0.2 % в случае высокой (более 10 °С) температурной разницы опорного и полевого пунктов.

Использование этих и других рекомендаций, изложенных в данной работе, делает возможным выполнение гравиметрических исследований с точностью порядка единиц мкГал.

#### **6. Оценка содержания диссертации, степени ее завершенности и качества оформления**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения. Изложена на 127 страницах, включая 61 рисунок, 6 таблиц, список использованной литературы из 117 наименований. Текст диссертации местами написан сложно, встречаются неудачные высказывания.

Во введении показана актуальность исследований, сформулированы цель и задачи работы, отражена научная и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе автором рассмотрены теоретические основы методики гравиметрических съемок и обзор гравиметрической аппаратуры. Описана чувствительная система современных относительных гравиметров и ее особенности. Приведены характеристики относительного гравиметра Autograv CG-5, который использовался в экспериментальных работах. Перечислены погрешности, влияющие на точность гравиметрических исследований, а также недостатки учета внешних факторов, влияющих на гравиметрические данные.

Вторая глава посвящена совершенствованию методических приемов повышения точности относительных гравиметрических наблюдений с использованием сейсмической информации. Автором показана взаимосвязь сейсмических и гравиметрических данных на примере морского шторма. Была выполнена оценка влияния сейсмических событий разной мощности и удаленности от места регистрации на результат гравиметрических измерений. Оценка показала, что при землетрясении магнитудой выше 8

гравиметрические измерения высокой точности можно выполнять не ранее чем, через 48 часов. Также на практическом примере рассмотрен микросейсмический мониторинг Владимирской области, по результатам которого построена зависимость спектральной плотности мощности от частоты, имеющая разброс в пределах 50 дБ/Гц, что говорит о целесообразности данных исследований перед проведением гравиметрической съемки. Приводится описание усовершенствования методического приема по учету сейсмического шума, который заключается в моделировании гравиметрического сигнала, используя сейсмические измерения в качестве входной информации и вычитании полученной поправки из гравиметрических отсчетов частотой 6 Гц. Использование данного методического приема позволяет снизить шум в гравиметрических данных на 60-70 %, что говорит об адекватности полученной модели.

В третьей главе рассмотрено влияние метеорологических факторов на гравиметрические измерения. Показано, что на каждом гравиметрическом пункте и конкретного прибора необходимо уточнять поправочный коэффициент учета изменения атмосферного давления. Приведена оценка влияния массивных атмосферных фронтов на гравиметрические данные. Вторая половина главы посвящена исследованиям влияния изменения окружающей температуры на гравиметрические измерения при транспортировке гравиметра в разные пункты, а также влиянию резких скачков температуры на скорость дрейфа нуля-пункта гравиметра. Автором разработана математическая модель учета нелинейной составляющей дрейфа нуля-пункта гравиметра, использование которой дало положительный результат на полугодовом ряде измерений. Однако полученный результат был получен при работе гравиметра в отапливаемом помещении с минимальным колебанием температуры, поэтому следовало бы уточнить параметры созданной модели в условиях меняющейся температуры в помещении. Помимо этого, впервые был проведен эксперимент по влиянию высокой влажности на гравиметрические измерения, анализ которого

показал, что скорость дрейфа нуля-пункта гравиметра значительно растет в условиях 100% влажности, что приводит к дополнительным погрешностям.

Четвертая глава посвящена практической реализации разработанных методических приемов с использованием предложенного комплекса геофизической аппаратуры, в состав которого должен входить относительный гравиметр, сейсмостанция и метеостанция. В результате были проведены экспериментальные исследования в 58 точках на территории европейской части России. По совокупности измерения среднеквадратичная погрешность составила порядка 15,8 мкГал, что говорит о том, что цель повышения точности наземных гравиметрических измерений достигнута.

В заключении перечислены основные результаты исследований, отражающие решение поставленных задач.

Главы диссертации выдержаны по стилю, текст написан грамотным научным языком, главы содержат анализ современного состояния исследований, описания обработки гравиметрических данных, приведены результаты применения предложенных методических приемов, выполнения экспериментов, анализ их результатов.

Текст автореферата диссертации изложен по защищаемым положениям в порядке, соответствующем основным главам диссертации.

## **7. Замечания по диссертационной работе**

1. В разделе 1.2 следовало более сжато описать методику гравиметрической съемки, поскольку эту информацию можно найти в учебных пособиях по геофизике.

2. В таблице 2.1 по сейсмическим событиям следовало указать удаленность от пункта измерения.

3. В разделе 2.4 представлен рисунок в виде карты Владимирской области (рис. 2.24) с мелкими обозначениями, которые трудно прочитать.

4. Следовало в разделе 3.2.2 привести пример использования предлагаемой математической модели не только в отапливаемом помещении, но и в пункте с разными температурными условиями.

5. В главе 4, где приводятся результаты гравиметрических измерений в большом количестве точек на европейской части России, есть разброс данных, то есть среднеквадратическое отклонение относительно среднего значения, причины этих расхождений в диссертации не приводятся.

#### **8. Заключение**

Диссертационная работа обладает внутренним единством и является законченным научным трудом, содержащим новые научные результаты, которые имеют методическое и практическое значение. Выводы диссертационных исследований не противоречат существующим теоретическим представлениям, их достоверность подтверждается экспериментальными исследованиями на территории европейской части России.

Основные результаты исследований получены автором лично или при его непосредственном участии, в достаточном объеме отражены в публикациях рецензируемых российских и зарубежных научных изданий. Требования по указанию соавторства, ссылок на источники заимствований и цитирования соискателем соблюдены.

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 1.6.9 «Геофизика» в области технических наук по пункту 16 «Методы обработки и интерпретации результатов измерений геофизических полей, в том числе применительно к геофизической разведке».

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы.

Считаю, что диссертационная работа Малышевой Дарьи Алексеевны на тему «Совершенствование методических приемов повышения точности выполнения наземных гравиметрических измерений» является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит решение одной из главных задач гравиметрии – создание методических приемов, позволяющих выполнять наземные гравиметрические измерения с точностью порядка

единиц мкГал, что является важной частью для крупномасштабных гравиметрических съемок.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и отвечает критериям п.п. 9-14, установленным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями и дополнениями), а ее автор **Малышева Дарья Алексеевна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 «Геофизика».

*Я, Костицын Владимир Ильич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки России.*

Профессор кафедры геофизики  
Пермского государственного национального  
исследовательского университета,  
доктор технических наук по специальности  
25.00.10 «Геофизика, геофизические методы  
поисков полезных ископаемых», профессор,  
заслуженный работник высшей школы РФ

**Костицын Владимир Ильич**

27 февраля 2024г.

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пермский государственный национальный  
исследовательский университет», кафедра геофизики

614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15.  
Тел. +7 902 472 35 73, e-mail: [kostitsyn@psu.ru](mailto:kostitsyn@psu.ru)

Подпись В.И. Костицына заверяю: