

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан Геологического факультета  
академик**

\_\_\_\_\_/Д.Ю.Пушаровский/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Прямая и обратная задачи гравимагниторазведки**

Авторы-составители: Булычев А.А., Лыгин И.В., Коснырева М.В.

**Уровень высшего образования:**

*Магистратура ММ*

**Направление подготовки:**

**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Магистерская программа: Геофизика**

Форма обучения:

*Очная*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методическим Советом Геологического факультета  
(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва 2020

---

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год приема на обучение – 2018.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## **Цель и задачи дисциплины**

**Целью и задачами** освоения дисциплины «Прямая и обратная задачи гравимагниторазведки» являются изучение подходов и методов решения прямых задач гравиразведки и магниторазведки для сложных моделей, способов выделения полезного сигнала и методов решения обратных задач гравии- и магниторазведки.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, дисциплины по выбору, курс – II, семестр – 3.

### **2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

освоение дисциплин «Общая геология», «Геофизические методы исследования», «Комплексирование геофизических методов», «Комплексный анализ и интерпретация геолого-геофизических данных», «Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий».

### **3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников, формируемые частично при реализации дисциплины:

ОПК-3. Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки.

ОПК-4. Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности.

ПК-2. Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии.

ПК-3. Способность использовать специализированные профессиональные теоретические знания и практические навыки для проведения прикладных исследований.

ПК-5. Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.

ПК-9. Способность проводить семинарские, лабораторные и практические занятия по специальным дисциплинам.

СПК-1. Способность самостоятельно ставить задачи научных и практических исследований в области геофизики, а также решать их с использованием современных подходов к проведению геофизических наблюдений, обработке данных, решению прямых и обратных задач, геологической интерпретации результатов.

### **Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

**Знать:** подходы и методы решения прямых и обратных задач гравиразведки и магниторазведки.

**Уметь:** математически описать физическое поле, создаваемое различными возбудителями, выполнять математическое моделирование физических полей, выделять полезную составляющую из наблюдаемого сигнала, находить параметры объектов, создающие исходные поля.

**Владеть:** методами решения прямой и обратной задач гравимагниторазведки с применением современного вычислительного программного обеспечения.

**4. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия.

**5. Объем дисциплины** составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (8 часов – занятия лекционного типа, 20 часов – занятия семинарского типа), 2 часа – групповые консультации, 8 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, 44 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

**6. Содержание дисциплины,** структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

**Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

Рассматриваются численные методы решения прямой задачи гравиразведки и магниторазведки для сложных моделей распределения масс и намагниченностей. Исследуются способы выделения полезного сигнала из наблюдаемых полей. Анализируются вопросы единственности и устойчивости решения обратных задач, рассматриваются алгоритмы нахождения параметров объектов по их аномальным полям.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Введение. Понятие прямой задачи. Основные интегральные соотношения и поля элементарных источников (гравитационное и магнитное поля).		1		2	3	5
Преобразование систем координат, формулы Остроградского-Гаусса, формулы Грина. Прямая задача гравиметрии и магнитометрии для произвольных однородных многогранников .		1		4	5	5 Контрольная работа
Применение теории функции комплексной переменной при решении двухмерных задач гравиразведки и магниторазведки		1		4	5	5
Представление элементов гравитационного и магнитного полей рядами. Спектральное представление.		2		4	6	5 Контрольная работа
Численные методы расчета гравитационных и магнитных аномальных полей.		1		2	3	5
Способы разделения полей с целью выделения полезной составляющей. Трансформации поля.		1		2	3	5 Контрольная работа
Вопросы единственности и устойчивости решения обратных задач. Способы решения линейной и нелинейной обратной задачи, особые точки.		1		2	3	6 Реферат Доклад
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>						8
<b>Итого</b>	<b>72</b>			<b>28</b>		<b>44</b>

### **Содержание разделов дисциплины:**

1. Введение. Цели и задачи курса. Понятие прямой и обратной задачи гравиразведки и магниторазведки.  
Основные интегральные соотношения для элементов гравитационного и магнитного полей элементарных источников.
2. Преобразование систем координат, формула Остроградского-Гаусса, формулы Грина и их применение для решения прямых задач гравии- и магниторазведки.  
Прямая задача гравиметрии и магнитометрии для произвольных однородных многогранников.
3. Применение теории функции комплексной переменной при решении прямых двумерных задач гравиразведки и магниторазведки.
4. Представление элементов гравитационного и магнитного полей рядами. Моменты. Спектральное представление гравитационных и магнитных полей.
5. Численные методы расчета гравитационных и магнитных аномальных полей.  
Решение прямой задачи магниторазведки для тел с высокой магнитной восприимчивостью.
6. Способы выделения полезного сигнала. Разделение гравитационных и магнитных аномалий: цели, физический смысл, методы трансформаций и фильтрации полей, их эффективность, вычислительные схемы.
7. Вопросы единственности и неустойчивости решения обратных задач. Способы решения линейной и нелинейной обратной задачи. Особые точки.

### **Содержание семинаров.**

#### **Примерные темы:**

1. Написание программ расчета прямой задачи гравимагниторазведки от элементарных тел.
2. Расчет трансформаций гравимагнитных полей с целью выделения полезного сигнала.
3. Изучение вопросов неустойчивости и эквивалентности решения обратной задачи гравимагниторазведки.

#### **Примерные темы для самостоятельной работы студентов**

1. Вычисление аномального гравитационного и магнитного поля от системы элементарных моделей.
2. Представление полей в виде рядов.
3. Спектральные методы решения прямой задачи.
4. Выделение полезной составляющей сигнала на основе различных трансформаций.
5. Определение параметров объектов, создающих аномальное поле.

### **Рекомендуемые образовательные технологии**

При реализации программы дисциплины «Прямые и обратные задачи гравимагниторазведки» используются следующие образовательные технологии – во время аудиторных занятий (28 часов) занятия проводятся в виде лекций и семинаров с использованием ПК и компьютерного проектора в специализированной аудитории, гравиметрической лаборатории или компьютерном классе отделения Геофизики Геологического факультета МГУ с использованием специальных вычислительных программ. Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в выполнении расчетно-практических работ) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе отделения Геофизики или библиотеке Геологического факультета.

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

### 7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего и промежуточного контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетно-практических работ и по результатам контрольных работ.

#### *Примерный перечень контрольных вопросов:*

1. Аномальные гравитационные и магнитные поля элементарных источников.
2. Преобразование системы координат.
3. Формулы понижения кратности интегралов.
4. Прямая задача гравиразведки для однородного многогранника.
5. Прямая задача магниторазведки для однородного многогранника.
6. Применение ТФКП при решении двухмерных задач.
7. Представление элементов гравитационного и магнитного полей рядами.
8. Спектральное представление гравитационных и магнитных полей.
9. Решение прямой задачи магниторазведки для тел с высокой магнитной восприимчивостью.
10. Способы выделения полезной составляющей сигнала. Методы фильтрации и трансформации полей.
11. Методы нахождения параметров объекта по аномальным полям при решении обратных задач.
12. Геологическая интерпретация плотностных и магнитных моделей.

### 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: подходов и методов решения прямых и обратных задач гравиразведки и магниторазведки.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: математически описать физическое поле, создаваемое различными возбудителями, выполнять математическое моделирование физических полей, выделять полезную составляющую из	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности не принципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение	Успешное умение математически описать физическое поле, создаваемое различными возбудителями, выполнять математическое моделирование физических

наблюденного сигнала, находить параметры объектов, создающие исходные поля.				полей, выделять полезную составляющую из наблюдаемого сигнала, находить параметры объектов, создающие исходные поля.
Владения: методами решения прямой и обратной задач гравимагниторазведки с применением современного вычислительного программного обеспечения.	Навыки владения графическими методами отсутствуют	Фрагментарное владение методами решения прямой и обратной задач гравимагниторазведки с применением современного вычислительного программного обеспечения.	В целом сформированные навыки владения методами решения прямой и обратной задач гравимагниторазведки с применением современного вычислительного программного обеспечения.	Владение методами решения прямой и обратной задач гравимагниторазведки с применением современного вычислительного программного обеспечения.

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

#### - основная литература:

1. А.А. Булычев, И.В. Лыгин, Т.Б. Соколова, К.М. Кузнецов. Прямая задача гравиразведки и магниторазведки (конспект лекций) "КДУ", "Университетская книга" Москва, 2017.
2. Блох Ю.И. Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий. Учебное пособие. 2009. 232 с. ([www.sigma3d.com](http://www.sigma3d.com)).
3. Булычев А.А., Лыгин И.В. Мелихов В.Р. Численные методы решения прямых задач гравии- и магниторазведки (конспект лекций). Учебное пособие. - Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова. 2010. 164 с.
4. Страхов В.Н. Методы интерпретации гравитационных и магнитных аномалий. – Пермь: ПГУ, 1984, 71 с.

#### - дополнительная литература:

1. Жданов М.С. Теория обратных задач и регуляризации в геофизике. – М., Научный мир. 2007. 710 с.

### Б) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Специальные вычислительные и логические компьютерные программы, созданные сотрудниками и преподавателями кафедры Геофизики Геологического факультета МГУ.



**В) Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Прямые и обратные задачи гравимагниторазведки» используются: лаборатория магниторазведки кафедры Геофизики, компьютерный класс отделения Геофизики, специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором, библиотека Геологического факультета МГУ.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватели** – преподаватели и сотрудники кафедры Геофизические исследования земной коры Геологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова.

**11. Авторы программы** – Булычев А.А., Лыгин И.В., Коснырева М.В.