

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»**  
**в г. Апатиты**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.10 Теория обработки геофизической информации**

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы**  
**по направлению подготовки**

**05.03.01 Геология**  
**направленность (профиль) «Геофизика»**

(код и наименование направления подготовки  
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

**высшее образование – бакалавриат**

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**бакалавр**

квалификация

**очная**

форма обучения

**2020**

год набора

**Составитель:**  
Бекетова Е.Б., канд.техн.наук,  
доцент кафедры горного дела, наук о  
Земле и природообустройства

Утверждено на заседании кафедры горного  
дела, наук о Земле и природообустройства  
(протокол № 10 от 11 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой



Терещенко С.В.

## **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Целью изучения дисциплины «Теория обработки геофизической информации» является формирование у студентов представления о методологии, основных методах и подходах к обработке и интерпретации геофизических данных, решению прямых и обратных задач геофизики, математическому моделированию геофизических полей и процессов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

- физико-математическую теорию геофизических методов исследований;
- принципы и методы моделирования геофизических полей и процессов;
- основные методы и алгоритмы обработки и интерпретации геофизических данных;
- принципы решения прямых и обратных задач геофизики;
- принципы построения геологических моделей месторождений полезных ископаемых и способы корректировки плана геологоразведочных работ на основе результатов интерпретации геофизических данных;
- основы методики проведения полевых геофизических исследований и получения геофизических данных.

### **Уметь:**

- на основании информации о геологическом строении, литолого-фациальном и минералогическом составе среды проводить моделирование геофизических полей и процессов;
- на основании данных о значениях наблюдаемых физических полей реконструировать строение и физические свойства геологической среды;
- давать геологическое истолкование результатов обработки и интерпретации геофизических данных.

### **Владеть:**

- следующими навыками:
- анализа и обработки первичных геофизических данных;
  - использования компьютерных программ анализа и обработки геофизической информации;
  - подготовки заданий и отчетов по проектам обработки и интерпретации геофизических данных;
  - визуализации геолого-геофизической информации и результатов её обработки и интерпретации;
  - разработки специализированных программ для ЭВМ.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки) (ПК-1);
- готовность в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам (ПК-6).

### 3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Данная дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части образовательной программы по направлению подготовки 05.03.01 Геология, профиль «Геофизика».

Для освоения данной дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, которые они получили в процессе изучения дисциплин: «Физика», «Химия», «Высшая Математика», «Гавиразведка», «Магниторазведка», «Сейсморазведка», «Электроразведка» и др.

Дисциплина «Теория обработки геофизической информации» представляет собой методологическую базу для усвоения обучающимися содержания дисциплин: «Рациональное недропользование», «Геофизический мониторинг», «Геодинамика», «Комплексирование геофизических методов» и др.

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы или 144 часа.  
(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивных формах	Кол-во часов на курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ					
4	7	4	144	32	32	-	64	-	80	-	зачет
<b>Итого:</b>		<b>4</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>64</b>	<b>-</b>	<b>80</b>	<b>-</b>	<b>зачет</b>

В интерактивной форме часы используются в виде заслушивания и обсуждения, подготовленных студентами практических работ и рефератов по тематике дисциплины.

### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
1	Введение	2			2		11	
2	Методы математической физики	4	6		10		11	
3	Численные методы	6	6		12		12	
4	Моделирование геофизических полей и процессов. Прямые задачи	6	4		10		12	

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
	геофизики							
5	Обратные задачи геофизики	6	6		12		12	
6	Статистические методы обработки и интерпретации геофизических данных	4	6		10		11	
7	Математическое программирование и организация вычислений	4	4		8		11	
	<b>Итого:</b>	32	32	–	<b>64</b>	-	<b>80</b>	-

### Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1. Введение.** Цель, задачи и значение курса. Предмет и методы исследования.

**Раздел 2. Методы математической физики.** Основные уравнения математической физики: теплопроводности, Пуассона, Лапласа, волновое, Гельмгольца, Навье-Стокса, описываемые ими физические процессы и применение в геофизике. Постановка краевых задач математической физики. Теория потенциала. Гармонические функции и их свойства. Краевые задачи теории потенциала. Применение в геофизике. Нормальное поле силы тяжести. Редукции силы тяжести. Теория волн. Принцип Гюйгенса. Метод Кирхгофа. Гармонические колебания. Сейсмические волны. Отражение и преломление. Распространение плоских волн в слоистой среде. Волноводы. Задача Лэмба о волнах, возбуждаемых точечными источниками в упругом полупространстве. Поверхностные упругие волны. Волна Рэлея, волна Лява. Электромагнитные волны, их распространение в геологической среде.

**Раздел 3. Численные методы.** Задачи аппроксимации и интерполяции функций. Интерполяция полиномами. Наилучшее равномерное приближение. Численное интегрирование функций. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы. Итерационные методы. Численное решение задач метода наименьших квадратов. Система нормальных уравнений, метод SVD-разложения. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Разностные схемы. Численное решение уравнений в частных производных. Методы конечных разностей и конечных элементов.

**Раздел 4. Моделирование геофизических полей и процессов. Прямые задачи геофизики.** Методы расчёта полей времён сейсмических волн в слоистых и трёхмернонеоднородных средах. Лучевые методы. Метод, основанный на численном решении уравнения эйконала. Методы расчёта волновых полей. Методы расчёта электромагнитных полей в коре Земли. Моделирование миграции флюидов в пористых средах. Расчёт термических полей в литосфере Земли. Вклад радиоактивности. Континентальная изотерма. Модели формирования океанической литосферы, океаническая изотерма.

**Раздел 5. Обратные задачи геофизики.** Постановка обратных задач. Задачи на условный и безусловный минимум. Вариационные методы. Понятие корректности по Адамару. Некорректные и условнокорректные обратные задачи. Метод регуляризации А.Н. Тихонова. Обратные задачи теории потенциала. Методы аналитического (аппроксимационного) продолжения, особые точки аномальных полей. Определение

интегральных характеристик возмущающих масс. Единственность в рудных и структурных обратных задачах. Обратные задачи сейсмологии. Обратные задачи кинематической сейсмологии, способы их решения. Сейсмическая томография. Обратные задачи метода поверхностных волн.

**Раздел 6. Статистические методы обработки и интерпретации геофизических данных.** Вероятностная модель экспериментального материала. Понятие статистической гипотезы. Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода, их вероятности. Правила принятия решений, критерии оптимальности. Случайные процессы. Геофизические поля как случайные процессы. Обнаружение сигналов на фоне помех. Оценки параметров сигналов по выборке. Свойства оценок: состоятельность, несмещённость, эффективность. Оптимальная фильтрация по Колмогорову-Винеру, её применение в задачах разделения и интерполяции аномальных полей. “Предсказывающая” деконволюция в обработке сейсмических записей. Статистическое обоснование метода наименьших квадратов, свойства минимально-квадратических оценок.

**Раздел 7. Математическое программирование и организация вычислений.** Принципы построения ЭВМ. Процессор, оперативная память, ПЗУ, системная шина. Периферийные устройства. Операционные системы. Общие принципы организации операционных систем. Многопроцессные и многопоточные системы. Разделение времени, памяти и других ресурсов. Система прерываний. Операционные системы Windows, UNIX (Linux, Free BSD, Sun OS и т.д.). Общие принципы математического программирования. Структурное программирование. Объектно-ориентированное программирование. Пакетный и диалоговый режимы обработки. Управление событиями пользовательского интерфейса. Языки программирования высокого уровня. Объектно-ориентированные языки. Специальные системы математических расчётов. Параллельные вычисления. Организация вычислений в многопроцессорных системах и кластерах.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Основная литература:**

1. Вознесенский А.С. Средства передачи и обработки измерительной информации. Учебное пособие. - М.: Изд-во МГГУ, 1999. - 267 с.
2. Лурье, И.К. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. Учебник. / И.К. Лурье. - 2-е изд., испр. - М.: КДУ, 2010. - 424 с.

### **Дополнительная литература:**

3. Соколов, А.Г. Полевая геофизика: учебное пособие / А.Г. Соколов, О.В. Попова, Т.М. Кечина; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Оренбург: ОГУ, 2015.-160 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [/biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330594](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330594)

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);
- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);
- лаборатория физики горных пород и процессов горного производства.

### **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice

### **7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ:**

1. ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;
2. ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

### **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ:**

1. Электронная база данных Scopus;
2. «Университетская библиотека online» – электронная библиотечная система – <http://biblioclub.ru/>
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" – <http://window.edu.ru/>;
4. Информационный портал "Студенту вуза" – <http://studentu-vuza.ru/>.

### **7.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.

## **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ**

Не предусмотрено.

## **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.