

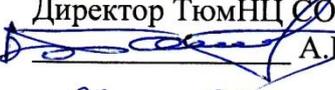
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ТЮМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ
ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

Принято Ученым советом
ТюмНЦ СО РАН
Протокол № 6

« 06 » сентября 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ТюмНЦ СО РАН

 А.Н.Багашев

« 09 » 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В/В. 1 «Математические модели методов геофизических исследований скважин»

Направление подготовки 05.06.01 Науки о Земле

Направленность (профиль) подготовки:

25.00.08 Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение
25.00.10 Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых
25.00.36 Геоэкология (по отраслям)

Уровень высшего образования:

подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура)

Присваиваемая квалификация:

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения: очная, заочная

Тюмень, 2019

Настоящая рабочая программа дисциплины «Математические модели методов геофизических исследований скважин» (код дисциплины Б.1.В/В1) входит в состав вариативных дисциплин Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 05.06.01 Науки о Земле направленностей (профилей) 25.00.08 Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение; 25.00.10 Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых; 25.00.36 Геоэкология (по отраслям) и составлена на основании:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле (уровень подготовки кадров высшей квалификации)//Приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 №870 с изменениями и дополнениями от 30 апреля 2015 года;
- Учебного плана подготовки аспирантов по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле направленностей (профилей) 25.00.36 Геоэкология (по отраслям) и составлена на основании, утвержденного на заседании Ученого совета ТюмНЦ СО РАН от «22» декабря 2019г., протокол № 1.

В рабочей программе представлены цели и задачи дисциплины, методы преподавания и формы контроля, сформулированы требования к уровню ее освоения, дано краткое содержание разделов (тем), приведен список рекомендуемой основной и дополнительной литературы, предложены вопросы для текущего контроля, примерные тестовые задания для тестирования, темы докладов, тематика рефератов, перечень вопросов для промежуточного (итогового) контроля знаний (зачет).

Составители:

Скворцов А.Г.

Рабочая программа дисциплины «Математические модели методов геофизических исследований скважин» на заседании Ученого совета ТюмНЦ СО РАН от «06» сентября 2019г., протокол № 6.

Зав.отделом аспирантуры



Устинова Е.В.

РАЗДЕЛ 1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Цель учебной дисциплины

Целью освоения дисциплины «Математические модели методов геофизических исследований скважин» является усвоение методологии, основных методов и подходов к обработке и интерпретации геофизических данных, решению прямых и обратных задач геофизики, математическому моделированию геофизических полей и процессов.

Задачи изучения дисциплины «Математические модели методов геофизических исследований скважин» состоят в получении теоретических знаний о математических методах решения прямых и обратных задач и выработке практических навыков по применению этих методов для обработки и интерпретации полевых геофизических данных. Рассматриваются задачи пометодной и комплексной интерпретации геофизических данных, анализа и привлечения априорной геолого-геофизической информации, геологическому истолкованию полученных результатов.

1.2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Математические модели методов геофизических исследований скважин» входит в состав вариативных дисциплин базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы подготовки аспиранта, код дисциплины Б.1.В/В1. Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся для успешного освоения дисциплины:

- базовые знания по теории геофизических полей;
- базовые навыки по интерпретации геофизических полей в скважинах.

РАЗДЕЛ 2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕУЗЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения дисциплины «Математические модели методов геофизических исследований скважин» аспирант 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 разведочных 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 геологическое истолкование результатов обработки и интерпретации геофизических данных.

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

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

Код и содержание компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
Профессиональные компетенции	
ПК-1. Готовность применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач геофизики с учетом мировых тенденций в	ЗНАТЬ: методы исследования и решения профессиональных задач в геофизики с учетом мировых тенденций развития

<p>соответствии с направленностью, организовывать работу исследовательского коллектива в этой области деятельности</p>	<p>методов и средств в геофизики; приемы организации работы исследовательского коллектива в этой области.</p> <p>УМЕТЬ: применять методы исследования и решения профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития методов и средств геофизики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, исходя из мировых тенденций развития методов и средств геофизики; организовывать работы исследовательского коллектива в этой области.</p> <p>ВЛАДЕТЬ: перспективными методами исследования и решения профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития методов и средств геофизики, приемами и технологиями оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач, приемами организации работы исследовательского коллектива в этой области.</p>
<p>ПК-2. Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в различных областях геофизики и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.</p>	<p>ЗНАТЬ: методы проектирования комплексных научно-исследовательских и научно-производственных работ</p> <p>ЗНАТЬ: современное состояние исследований в области геофизики основные проблемы и перспективные направления развития в данной отрасли науки</p> <p>УМЕТЬ: формулировать актуальные научные проблемы в рамках области геофизики, оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши от реализации исследований в областях данных проблем</p> <p>УМЕТЬ применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения фондовых данных по геофизики</p> <p>ВЛАДЕТЬ: прикладными навыками эксплуатации современного лабораторного оборудования, а также программными пакетами для обработки данных в области научной деятельности</p>

РАЗДЕЛ 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа). Объем дисциплины, виды учебной работы аспирантов очной и **заочной** формы обучения на

освоение дисциплины приведены в таблице 2.

Изучение дисциплины «Математические модели методов геофизических исследований скважин» по очной и **заочной** формам обучения проводится на 2 курсе обучения в 4 семестре.

Таблица 2

Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах)

Виду учебной работы	Всего часов	
	Очная форма	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия (всего)	30	30
В том числе:		
Лекции	30	30
Практические занятия	-	-
Самостоятельная работа (всего)	42	42
В том числе:		
Реферат	-	-
Другие виды (др.)	-	-
Подготовка к экзамену		
Вид промежуточной (итоговой) аттестации	зачет – 4 семестр	зачет – 4 семестр

3.2. Содержание разделов учебной дисциплины.

Таблица 3

Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела дисциплины
Тема 1 Введение	Цель, задачи и значение курса. Предмет и методы исследования.
Тема 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.
Тема 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,

	<p>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.</p>
<p>Тема 4 Моделирование геофизических полей и процессов. Прямые задачи геофизики.</p>	<p>Методы расчёта полей времён сейсмических волн в слоистых и трёхмерно- неоднородных 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.</p>
<p>Тема 5 Обратные задачи геофизики</p>	<p>Постановка обратных задач. Задачи на условный и безусловный минимум. Вариационные методы. Понятие корректности по Адамару. Некорректные и условно- корректные 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 сейсмики, способы их решения. Сейсмическая томография. Обратные задачи метода поверхностных волн.</p>
<p>Тема 6 Статистические методы обработки и интерпретации</p>	<p>Вероятностная модель экспериментального материала. Понятие статистической гипотезы. Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и</p>

<p>геофизических данных.</p>	<p>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.</p>
<p>Тема 7 Математическое программирование и организация вычислений</p>	<p>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.</p>

Тема 8 Решение прямых и обратных задач сейсморазведки	Расчеты волновых полей в задачах сейсморазведки: 1 Влияние структуры тонкослоистой зоны на форму записи образующихся на ней волн: а) Отраженные волны от тонкослоистых зон; б) Фильтрующий эффект зоны малых скоростей; 2 Прогноз волнового поля на поверхности и во внутренних точках среды, содержащей тонкослоистые пакки. Общая схема решения обратных задач сейсморазведки. Обратная кинематическая задача.
-------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.4. Разделы (модули), темы дисциплины и виды занятий.

Таблица 4

Наименование раздела (темы) дисциплины	Аудиторные часы			Самостоятельная работа (часы)	Трудоёмкость, ч / ЗЕ
	Лекции	Практические занятия	Всего		
1	2	3	4	5	6
Тема 1 Введение	3		3	5	
Тема 2 Методы математической физики	3		3	5	
Тема 3 Численные методы	4		4	5	
Тема 4 Моделирование геофизических полей и процессов. Прямые задачи геофизики.	4		4	5	
Тема 5 Обратные задачи геофизики	4		4	5	
Тема 6 Статистические методы обработки и интерпретации геофизических данных.	4		4	5	
Тема 7 Математическое программирование и организация вычислений	4		4	6	
Тема 8 Решение прямых и обратных задач сейсморазведки	4		4	6	
ИТОГО:	30		30	42	72/2

3.5. Самостоятельная работа аспирантов

Текущая самостоятельная работа (СРС) включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам;
- подготовка к практическим работам;
- выполнение реферативной работы, написание аннотации к научной статье;
- подготовка к контрольной работе, коллоквиуму, зачету.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР), направлена на повышение творческого потенциала аспирантов и ориентирована на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных и профессиональных компетенций. ТСР включает следующие виды самостоятельной работы:

- поиск и обзор опубликованной и фондовой литературы, электронных источников информации по индивидуально заданной теме реферата;
- структурирование и презентация информации

РАЗДЕЛ 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Предусмотрены следующие виды контроля и аттестации обучающихся при освоении дисциплины:

- текущий контроль успеваемости;
- итоговая аттестация (зачет)

Текущий контроль осуществляется в виде устных и письменных опросов на занятиях. Итоговый контроль осуществляется в виде зачета.

Примерные темы рефератов по разделам дисциплины

- 1 Роль физико-математического моделирования в истолковании геофизических данных
- 2 Уравнения математической физики, применяемые при решении задач геофизики.
- 3 Особенности строения реальных геологических сред, определяющие принципы и методы решения прямых и обратных задач геофизики.
- 4 Теория потенциала, её роль в геофизике.
- 5 Классификация геофизических методов исследования.
- 6 Количественная и качественная интерпретация геофизических данных.
- 7 Вероятностная модель в естествознании и геофизике.
- 8 Основные методы численного моделирования геофизических полей.
- 9 Обратные задачи геофизики: особенности постановки и основные подходы к решению.

Контрольные вопросы:

- 1 Основные уравнения математической физики: теплопроводности, Пуассона, Лапласа, волновое, Гельмгольца, Навье-Стокса, описываемые ими физические процессы и применение в геофизике.
- 2 Нормальное и аномальное поле силы тяжести. Редукции силы тяжести.
- 3 Численное интегрирование функций. Оптимальные квадратурные формулы. Оценка погрешности квадратур.
- 4 Методы разделения и трансформаций аномалий потенциальных полей. Истокообразные аппроксимации.
- 5 Методы обработки сейсмических данных. Фильтрация, деконволюция.
- 6 Распространение волн в слоистых средах. Преломлённые и отражённые волны. Годографы.
- 7 Методы решения прямой задачи сейсмологии в неоднородной среде. Лучевые и волновые методы.
- 8 Свёрточная модель в сейсморазведке. Преимущества, недостатки и границы применения.
- 9 Методы регуляризации при решении обратных задач геофизики. Использование априорной информации. Определение параметров регуляризации.
- 10 Эквивалентность и ϵ -эквивалентность при решении обратных задач геофизики.
- 11 Статистическая постановка задачи качественной интерпретации. Критерии оптимальности.
- 12 Количественная интерпретация и теория оптимального оценивания.
- 13 Спектральные методы в задачах обработки и интерпретации геофизических данных.

Критерии итоговой оценки результатов освоения дисциплины

Оценка	Критерии
1	2
зачтено	ставится в случае, если аспирант покажет глубокое, исчерпывающее понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, продемонстрирует умения анализировать причинно-

	следственные связи процессов с задачами его профессиональной квалификации.
Не зачтено	ставится в случае, если имел место неправильный ответ хотя бы на один из основных вопросов, грубые ошибки в ответе, непонимание сущности излагаемых вопросов, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Рекомендуемая литература

Основная литература:

- 1 Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология, в 2-х томах. М.: Мир. 1983
- 2 Аронов В.И. Методы построения карт геолого-геофизических признаков и геометризации залежей нефти и газа на ЭВМ. -М.:Недра. 1990 301с.
- 3 Владимиров В. С.. Уравнения математической физики.- М.: Наука, 1988.512 с
- 4 Долгаль А.С. Комплексирование геофизических методов: учеб. пособие /А.С. Долгаль; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012 – 167 с.
- 5 Кучер В.И., Каштан Б.М. Лучевой метод для изотропной неоднородной упругой среды. Изд-во СПбГУ, 1999
- 6.Левшин А.Л., Яновская Т.Б., Ландер А.В. Поверхностные сейсмические волны в горизонтально-неоднородной Земле. М.: Наука, 1987
- 7 Теркот Д., Шуберт Дж. Геодинамика. Геологические приложения физики сплошных сред. М., Мир., 1985 Т.1, 374 с. Т.2, 230с.
- 8 Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. - М.: Наука. 1986 288 с.
- 9 Троян В.Н. Принципы решения обратных геофизических задач. С.-Пб. Изд. СПбГУ. 2007 197 с.
- 10 Тутубалин В.Н. Теория вероятностей и случайных процессов. 400 стр. М.: Изд- во МГУ. 1992
- 11 Формалев В.Д., Ревизников Д.Л. Численные методы. 2004 г.
- 12 Яновская Т. В., Порохова Л. Н. Обратные задачи геофизики: Учеб. пособие.- 2-е изд., доп. и перераб. - СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004 214 с.

Дополнительная литература

- 1 Г. Джеффрис, Б. Свирлс. Методы математической физики. М.: Мир, 1969 Вып. 1 423 с., М.: Мир, 1970 Вып. 2 352 с., Вып. 3 344 с.
- 2 А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1966 724 с.
- 3 Я. Б. Зельдович, А. Д. Мышкис. Элементы математической физики. - М.: Наука, 1973 352 с.
- 4 В. С. Владимиров. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1988 512 с.
- 5 Идельсон Н.И. Теория потенциала и ее приложения к вопросам геофизики. М., Л., ПТИ. 1932 348 с.
- 6 Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология, в 2-х томах. М.: Мир. 1983
- 7 Левшин А.Л., Яновская Т.Б., Ландер А.В. Поверхностные сейсмические волны в горизонтально-неоднородной Земле. М.: Наука, 1987
- 8 М.Б. Виноградова, О.В. Руденко, А.П. Сухоруков. Теория волн. Москва, "Наука", 1979
- 9 Д.В.Сивухин. Общий курс физики. Электричество. Москва, Наука, 1983
- 10 Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, Гидродинамика, М., Наука, 1986
- 11 Паркинсон У. Введение в геомагнетизм. М., Мир, 1986
- 12 Куликовский А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М. Физматгиз. 1962

6.2. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины (разделов)

Лекции проводятся в аудиториях, приспособленных для демонстрации мультимедийных презентаций.

Программное обеспечение Microsoft Windows (акт приема передачи № APC9019391 от 21.12.2009 бессрочная)

ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition пакет Concurrent лицензий AF90-3U1P05-102
Adobe Photoshop CS4 11.0 WIN AOO License RU, Design Premium CS4 4.0 WIN AOO License RU- №7080466 от 18.12.2009)

CorelDRAW Graphics Suite X4 License ML (1-10) №4063067 от 20.01.2010

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition/ 100-149 Node 1 year Renewal License №1B08-191202-081334-380-1557 от 02.12.2019 до 03.01.2021