

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра геофизики

**Авторы-составители: Геник Иван Васильевич
Огородова Ирина Владимировна
Митюнина Ирина Юрьевна**

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ГЕОФИЗИКЕ
Код УМК 82222

Утверждено
Протокол №10
от «15» июня 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Математическое моделирование в геофизике

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.01** Геология
направленность Геофизика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Математическое моделирование в геофизике** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

05.03.01 Геология (направленность : Геофизика)

ОПК.5 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе технологии геоинформационных систем

Индикаторы

ОПК.5.1 Решает в профессиональной деятельности стандартные задачи с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе технологии геоинформационных систем

ПК.1 Способен под руководством участвовать в научных экспериментах и исследованиях в профессиональной области, обобщать и анализировать экспериментальную информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации

Индикаторы

ПК.1.2 Создает и исследует модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	05.03.01 Геология (направленность: Геофизика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (7 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Математическое моделирование в геофизике. Первый семестр

В течение семестра выполняется повторение пройденного материала из курсов математики, физики, информатики, геофизики, дополняются имеющиеся знания и получается новая информация по следующим вопросам: вычислительная математика, оптимизация; моделирование геологических объектов и процессов.

Общие сведения о математическом моделировании

Базовые сведения о математическом моделировании:

принципы, цели, задачи математического моделирования; геологические и геофизические модели; используемые программные пакеты.

1. Введение.

Краткие сведения о развитии математического моделирования. Роль и место математического моделирования в геофизике. Вклад отечественных и зарубежных ученых в математическое моделирование.

2. Принципы, цели, задачи математического моделирования.

Научные методы исследования. Определение и назначение моделирования. Этапы построения математической модели. Примеры математических моделей.

3. Геологические и геофизические модели.

Тепловые, электрические и электромагнитные, плотностные, механические, магнитные свойства, акустические, радиационные свойства горных пород

4. Программные пакеты

Программное обеспечение. Математическое программное обеспечение.

Основы вычислительной математики

Приближенные данные и вычисления. Основы программирования в Scilab

1. Приближенные данные и вычисления.

Приближенные значения величин в геофизических измерениях. Теория погрешностей. Не-корректные задачи

2. Основы программирования в Scilab.

Классификация алгоритмов. Свойства алгоритмов. Базовые структуры алгоритмов. Элементы языков программирования

Задачи вычислительной математики

Системы линейных уравнений, построение графиков. Нелинейные уравнения и системы. Обработка экспериментальных данных. Численное интегрирование и дифференцирование. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение дифференциальных уравнений в частных производных

1. Системы линейных уравнений, построение графиков

Действия с матрицами. Матричные функции. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Построение двумерных и трехмерных графиков.

2. Нелинейные уравнения и системы. Обработка экспериментальных данных

Алгебраическое уравнение, корни полиномов. Трансцендентные уравнения, их решения. Системы нелинейных уравнений. Метод наименьших квадратов. Регрессионные зависимости, расчет коэффициентов регрессии. Интерполяция функций. Сплаины. Преобразование функций, линеаризация и экстраполяция

3. Численное интегрирование и дифференцирование

Численное интегрирование и дифференцирование. Формула Ньютона — Лейбница. Методы численного интегрирования для одномерного случая. Дифференцирование. Численное дифференцирование.

Приближенное дифференцирование, основанное на интерполяционной формуле Ньютона.

4. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Дифференциальные уравнения. Специальные функции. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткая система дифференциальных уравнений. Явные и неявные методы (определения производной). Якобиан

5. Решение дифференциальных уравнений в частных производных

Общие сведения о дифференциальных уравнениях в частных производных. Эллиптические уравнения. Гиперболические уравнения. Параболические уравнения. Граничные и начальные условия. Параболические уравнения. Метод сеток. Разностные схемы решения параболических уравнений. Метод Гаусса — Зейделя. Гиперболические уравнения, метод сеток. Эллиптические уравнения, метод сеток. Градиентные методы, метод релаксации

Методы оптимизации

Локальная оптимизация. Глобальная оптимизация. Стохастические алгоритмы

1. Локальная оптимизация.

Постановка задачи оптимизации. Классификация методов оптимизации. Локальные и глобальные методы. Унимодальные и неунимодальные функции. Многокритериальная и комбинаторная оптимизация. Динамическое и стохастическое программирование. Метод золотого сечения. Метод дихотомии. Метод касательных. Метод Гаусса. Метод Нелдера — Мида

2. Глобальная оптимизация.

Поиск глобального оптимума функции одной переменной. Метод поиска глобального оптимума, использующий стохастические автоматы. Методы оптимизации первого порядка. Линейное программирование. Нелинейное программирование.

3. Стохастические алгоритмы

Эвристические методы. Метаэвристика. Стохастичность. Метод Монте-Карло. Стохастическая оптимизация. Эволюционные алгоритмы. Полный факторный эксперимент. Байесовская оптимизация

Моделирование геологических объектов и процессов

Типичные ошибки геологического моделирования. Моделирование геологических процессов при интерпретации геофизических данных

1. Типичные ошибки геологического моделирования.

Типичные ошибки построения 3D-сетки. Типичные ошибки структурно-тектонического моделирования. Типичные ошибки моделирования литологии. Типичные ошибки моделирования фильтрационно-емкостных свойств. Типичные ошибки моделирования насыщенности.

2. Моделирование геологических процессов при интерпретации геофизических данных

Моделирование мобилизации и транспортировки осадочного материала. Геохимические, кинематические и динамические модели. Моделирование терригенного седиментогенеза.

Моделирование карбонатного седиментогенеза и соленакопления. Модель терригенно-карбонатного осадконакопления. Моделирование постседиментационных процессов.

Моделирование физических условий нефтяного пласта

Петрофизические свойства горных пород. Уравнения состояния реального газа. Физические свойства нефти и газа. Физические процессы при добыче нефти.

1. Петрофизические свойства горных пород

Основные физические свойства пород коллекторов. Гранулометрический (механический) состав.

Пористость горных пород. Проницаемость горных пород. Фазовая и относительная проницаемость горных пород. Зависимость от водонасыщенности относительных проницаемостей для газа и жидкости. Зависимость проницаемости от пористости и размера пор. Капиллярное давление. Удельная

поверхность. Физико-механические свойства горных пород и процессы в пласте

2. Уравнения состояния реального газа.

Состав нефтей и природных газов. Уравнение состояния идеального газа. Уравнения состояния реального газа

3. Физические свойства нефти и газа.

Коэффициент сжимаемости. Плотность газов. Вязкость газов. Растворимость газов в нефти. Давление насыщения нефти газом. Фазовые диаграммы чистых веществ. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем. Фазовые диаграммы трехкомпонентных смесей

4. Физические процессы при добыче нефти

Типы залежей углеводородов. Методы разработки нефтяного коллектора. Динамика добычи нефти. Явления при фильтрации. Электрокинетические явления в пористых средах. Дроссельный эффект при движении жидкостей и газов в пористой среде. Зависимость нефтеотдачи от скорости вытеснения нефти водой. Газоотдача газовых и газоконденсатных коллекторов. Классификация методов повышения нефтеотдачи. Гидроразрыв пласта

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Халид, Азиз Математическое моделирование пластовых систем / Азиз Халид, Сеттари Энтонин ; перевод А. В. Королев, В. П. Кестнер ; под редакцией М. М. Максимова. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 411 с. — ISBN 978-5-4344-0602-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/92050.html>
2. Костомаров, Д. П. Программирование и численные методы : учебное пособие / Д. П. Костомаров, Л. С. Корухова, С. Г. Манжелей. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2001. — 224 с. — ISBN 5-211-04059-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13108>
3. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. - 2-е изд., перераб и доп. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 240 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0333-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт]. <https://bibliotech.psu.ru/Reader/Book/8665>
4. Алексеев, Г. В. Численное экономико-математическое моделирование и оптимизация : учебное пособие / Г. В. Алексеев, И. И. Холявин. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 195 с. — ISBN 978-5-4487-0451-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/79692>
5. Струченков, В. И. Методы оптимизации в прикладных задачах / В. И. Струченков. — Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2016. — 315 с. — ISBN 978-5-91359-061-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/90289>

Дополнительная:

1. Ашихмин, В. Н. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер. — Москва : Логос, 2004. — 439 с. — ISBN 5-94010-272-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/9063>
2. Каневская, Р. Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов / Р. Д. Каневская. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-4344-0797-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/92049.html>
3. Мастяева, И. Н. Численные методы : учебное пособие / И. Н. Мастяева, О. Н. Семенихина. — Москва : Евразийский открытый институт, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003. — 241 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/11121>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLIBRARY

<https://elis.psu.ru/> Цифровая библиотека ПГНИУ

<https://psu.bibliotech.ru/Account/LogOn/> Цифровая библиотека «Библиотех»

<http://www.twirpx.com/files/mathematics/vmath/> Вычислительная математика

<http://www.twirpx.com/files/mathematics/mopt/> Методы оптимизации

<http://www.twirpx.com/files/geologic/fppm/> Физика пласта

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Математическое моделирование в геофизике** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по данной дисциплине предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1.Офисный пакет приложений;
- 2.Приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;
- 3.Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель);
- 4.Офисный пакет приложений «LibreOffice».

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий необходима учебная геофизическая лаборатория. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации необходима учебная

аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской, учебная геофизическая лаборатория. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для самостоятельной работы используются помещения библиотеки: персональные компьютеры с доступом к локальной сети университета и доступом к интернету.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Математическое моделирование в геофизике**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.5

Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе технологии геоинформационных систем

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.5.1 Решает в профессиональной деятельности стандартные задачи с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе технологии геоинформационных систем</p>	<p>Знать: базовые положения фундаментальных разделов геоинформатики для обработки информации и анализа географических данных. Уметь: использовать основы геоинформатики и современных геоинформационных технологий. Владеть: вычислительной техникой, принципами построения и эксплуатации ГИС, экспертных систем, методами построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает базовые положения фундаментальных разделов геоинформатики для обработки информации и анализа географических данных. Не умеет использовать основы геоинформатики и современных геоинформационных технологий. Не владеет вычислительной техникой, принципами построения и эксплуатации ГИС, экспертных систем, методами построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знает базовые положения фундаментальных разделов геоинформатики для обработки информации и анализа географических данных. Не умеет использовать основы геоинформатики и современных геоинформационных технологий. Не владеет вычислительной техникой, принципами построения и эксплуатации ГИС, экспертных систем, методами построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Знает базовые положения фундаментальных разделов геоинформатики для обработки информации и анализа географических данных. Умеет использовать основы геоинформатики и современных</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>геоинформационных технологий. Не владеет вычислительной техникой, принципами построения и эксплуатации ГИС, экспертных систем, методами построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает базовые положения фундаментальных разделов геоинформатики для обработки информации и анализа географических данных. Умеет использовать основы геоинформатики и современных геоинформационных технологий. Владеет вычислительной техникой, принципами построения и эксплуатации ГИС, экспертных систем, методами построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</p>

ПК.1

Способен под руководством участвовать в научных экспериментах и исследованиях в профессиональной области, обобщать и анализировать экспериментальную информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.2 Создает и исследует модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии</p>	<p>Знать: принципы построения геологических моделей месторождений полезных ископаемых и их участков. Уметь: строить модели изучаемых геологических объектов. Владеть: методами построения геологических карт и разрезов с применением компьютерных технологий.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает принципы построения геологических моделей месторождений полезных ископаемых и их участков. Не умеет строить модели изучаемых геологических объектов. Не владеет методами построения геологических карт и разрезов с применением компьютерных технологий.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Знает принципы построения геологических моделей месторождений полезных ископаемых и их участков. Не умеет строить модели изучаемых геологических объектов. Не владеет методами построения геологических карт и разрезов с применением компьютерных технологий.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знает принципы построения геологических моделей месторождений полезных ископаемых и их участков. Умеет строить модели изучаемых геологических объектов. Не владеет методами построения геологических карт и разрезов с применением компьютерных технологий.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает принципы построения геологических моделей месторождений полезных ископаемых и их участков. Умеет строить модели изучаемых геологических объектов. Владеет методами построения геологических карт и разрезов с применением компьютерных технологий.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : ПК Электив

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Общие сведения о математическом моделировании Входное тестирование	Знать: Базовые сведения по математике, информатике, физике Уметь: Лаконично излагать информацию, структурировать знания, грамотно пользоваться профессиональной терминологией
ОПК.5.1 Решает в профессиональной деятельности стандартные задачи с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе технологии геоинформационных систем	Основы вычислительной математики Защищаемое контрольное мероприятие	Знать: Моделирование. Математическое программное обеспечение. Приближенные значения величин в геофизических измерениях. Источники возникновения численной погрешности. Некорректные задачи. Единственность и устойчивость решения. Обусловленность задачи. Чувствительность алгоритмов. Уметь: Лаконично излагать информацию, структурировать знания, грамотно пользоваться профессиональной терминологией

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.5.1 Решает в профессиональной деятельности стандартные задачи с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе технологии геоинформационных систем</p>	<p>Методы оптимизации Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать: Решение систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений. Метод наименьших квадратов. Интерполяция функций. Численное интегрирование и дифференцирование. Дифференциальные уравнения. Оптимизация. Линейное и нелинейное программирование. Эвристические методы. Уметь: Лаконично излагать информацию, структурировать знания, грамотно пользоваться профессиональной терминологией</p>
<p>ПК.1.2 Создает и исследует модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии ОПК.5.1 Решает в профессиональной деятельности стандартные задачи с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе технологии геоинформационных систем</p>	<p>Моделирование физических условий нефтяного пласта Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать: Типичные ошибки моделирования элементов пласта. Моделирование седиментогенеза и постседиментационных процессов. Основные физические свойства коллекторов. Уравнения состояния идеального и реального газа. Фазовые диаграммы. Явления при фильтрации. Повышение нефтеотдачи. Уметь: лаконично излагать информацию, структурировать знания, грамотно пользоваться профессиональной терминологией</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Общие сведения о математическом моделировании

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Сведения по математике	5
Сведения по информатике	3
Сведения по физике	2

Основы вычислительной математики

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Моделирование. Математическое программное обеспечение.	13
Некорректные задачи. Единственность и устойчивость решения.	7
Приближенные значения величин в геофизических измерениях. Источники возникновения численной погрешности.	5
Обусловленность задачи. Чувствительность алгоритмов.	5

Методы оптимизации

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Дифференциальные уравнения. Интерполяция функций.	13
Метод наименьших квадратов. Оптимизация.	7
Линейное и нелинейное программирование. Эвристические методы.	5
Решение систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений. Численное интегрирование и дифференцирование.	5

Моделирование физических условий нефтяного пласта

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Уравнения состояния идеального и реального газа. Фазовые диаграммы. Моделирование седиментогенеза и постседиментационных процессов.	17
Основные физические свойства коллекторов.	11
Типичные ошибки моделирования элементов пласта.	6
Явления при фильтрации. Повышение нефтеотдачи.	6