

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

УТВЕРЖДАЮ  
и.о. декана Геологического факультета  
чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_/Н.Н.Ерёмин/  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Трёхмерное моделирование осадочных бассейнов**

Автор-составитель: С.С. Демьянков

**Уровень высшего образования:**  
*магистратура (ИМ)*

**Направление подготовки:**

**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Геология и полезные ископаемые**

**Магистерская программа**

**Литология**

Форма обучения:

***Очная***

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

Москва

---

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*).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© 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** курса "Трехмерное моделирование осадочных бассейнов" является обучение студентов навыкам работы с современным компьютерным программным обеспечением для создания трехмерных геолого-геофизических моделей, обработки геологической информации и решения непосредственно геологических задач на примере ПО Schlumberger Petrel.

**Задачи** - Получение представлений об общих принципах работы и использования программного обеспечения для трехмерного геолого-геофизического моделирования. Освоение навыков визуализации геофизических и геологических данных при помощи специального программного обеспечения Schlumberger Petrel. Решение разнообразных геологических задач при помощи изученных компьютерных технологий.

### Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В рамках курса "Трехмерное моделирование осадочных бассейнов" рассматриваются следующие вопросы:

- теоретические основы применения современного программного обеспечения для трехмерного моделирования в геологии;
- практические возможности современного программного обеспечения для построения трехмерных геологических моделей;
- прикладные вопросы, решаемые при обработке геологических и геофизических данных с целью создания трехмерной геологической модели и ее интерпретации;

На семинарах студенты знакомятся с интерфейсом, возможностями, алгоритмами работы программного обеспечения Schlumberger Petrel, выполняют разнообразные аналитические задачи, осваивают практические навыки графического отображения геологической информации.

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП** – относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.

**2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:** базируется на знаниях по дисциплинам «Общая геология», «Литология», «Структурная геология», «Историческая геология», «Геофизика», «Информатика», «Математические методы в геологии», «Компьютерные технологии в литологии»

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
М Способен применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки при решении задач профессиональной деятельности.	<b>М.ОПК-2. И-1.</b> Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	<b>Знать:</b> Основы геофизических и геологических исследований, методики анализа и интерпретации геофизических и геологических данных <b>Уметь:</b> применять геофизические и геологические методы для построения трехмерных геологических моделей
М Способен использовать	<b>М.ОПК-6. И-1.</b> Выбирает способы	<b>Уметь:</b> собирать и обрабатывать

<p>современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности. Способен использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>обработки данных и программные средства для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности.</p>	<p>геологические и геофизические данные с целью импорта в программное обеспечение Petrel. Представлять геологическую информацию (в цифровом виде) в соответствии с современными требованиями и представлениями в научной и производственной деятельности.</p>
<p><b>ОПК-7</b> <b>М</b> Способен профессионально выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач по профилю подготовки.</p>	<p><b>М.ОПК-7. И-1.</b> Знает технические характеристики и возможности основных современных видов научного и технического оборудования, используемого в работах по профилю подготовки. <b>М.ОПК-7. И-2.</b> Анализирует варианты решения поставленной задачи, и выбирает оптимальный вариант с позиций доступности оборудования и экономических затрат. <b>М.ОПК-7. И-3.</b> Имеет базовые практические навыки работы с современным оборудованием, применяемым в работах по профилю подготовки.</p>	<p><b>Знать:</b> основные виды актуального программного обеспечения для трехмерного геологического моделирования <b>Уметь:</b> подбирать необходимые данные и программное обеспечение в зависимости от поставленных задач</p>
<p>ПК-6. Способен использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач (формируется частично).</p>	<p><b>М.ПК-6. И-1.</b> Имеет представление о современных методах обработки и комплексной интерпретации информации, используемых для решения производственных задач (по профилю подготовки). <b>М.ПК-6. И-2.</b> Применяет методы обработки и комплексной</p>	<p><b>Уметь:</b> Применять полученные навыки в зависимости от особенностей геологических объектов <b>Владеть:</b> практическими методами обработки, анализа и интерпретации геофизических, геологических данных с использованием программного обеспечения для трехмерного геологического моделирования Shlumberger Petrel</p>

	интерпретации информации с использованием стандартных и специализированных программных пакетов.	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

**4. Объем дисциплины (модуля)** составляет **2** з.е., в том числе **56** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции и лабораторные занятия вместе), **16** академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет

**5. Формат обучения** не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>				Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой		Подготовка к контрольному опросу	Всего
Тема (раздел) 1. Введение		2			<b>2</b>					
Тема (раздел) 2.		4		12	<b>16</b>	2	2			<b>4</b>
Промежуточная аттестация 1: <i>сдача расчетной графической работы</i>				2	<b>2</b>					
Тема (раздел) 3.		4		10	<b>14</b>	2	2			<b>4</b>
Промежуточная аттестация 2: <i>сдача расчетной графической работы</i>				2	<b>2</b>					
Тема (раздел) 4.		2		6	<b>8</b>	2	2			<b>4</b>
Промежуточная аттестация 3: <i>сдача расчетной графической работы</i>				2	<b>2</b>					
Тема (раздел) 5.		2		6	<b>8</b>	1	1			<b>2</b>
Промежуточная аттестация 4: <i>сдача расчетной графической работы</i>				2	<b>2</b>					
Промежуточная аттестация: зачет				<i>зачет</i>			<b>2</b>			
<b>Итого</b>	<b>72</b>			<b>56</b>			<b>16</b>			

## **Содержание лекций, семинаров**

### **Содержание лекций**

#### **Тема (раздел) 1. Введение**

Трехмерное моделирование в геологии, цели, задачи, перспективы развития направления. Принципы и способы построения трехмерных геологических моделей. Необходимые исходные геологические и геофизические данные. Современное программное обеспечение для построения трехмерных геологических моделей, примеры, возможности, сходства и различия. Общее представление о программном обеспечении Schlumberger Petrel, организации и визуализации данных, интерфейсе, основных элементах управления, импорте и экспорте данных, принципах работы программного обеспечения.

#### **Тема (раздел) 2.**

Импорт в Petrel сейсмических данных (SEG-Y). Базовые навыки визуализации и интерпретации сейсмических данных. Работа в трехмерном и двухмерном окнах интерпретации. Сейсмический куб (инлайны, кросслайны, горизонтальные слайсы). Управление окном интерпретации сейсмических данных. Пикировка и интерпретация сейсмических горизонтов. Создание горизонтов. Построение и интерпретация разломов на основании сейсмических профилей. Построение поверхностей по результатам пикировки и интерпретации сейсмических профилей.

Импорт в Petrel данных по скважинам (отбивки, геофизические данные (ГИС)). Базовые навыки визуализации и интерпретации геологических данных. Отображение колонок и скважин в 2D окне, загрузка литологии, настройка и управление интерпретацией. Загрузка отбивок скважин. Подключение геофизических и петрофизических данных и диаграмм. Создание шаблонов скважин. Корреляция скважин. Инструменты для корреляции (Ghost curve, paint discrete log class и тд). Создание и редактирование отбивок и горизонтов.

Построение скоростной модели для перевода временных (сейсмических) данных в глубинные и наоборот. Построение поверхностей по результатам корреляции скважин и интерпретации сейсмических данных. Настройка геометрии поверхности, алгоритмов обработки, сглаживание, удаление аномальных пиков, присвоение высот.

#### **Тема (раздел) 3.**

Создание и моделирование разломов по разным типам исходных данных (сейсмические данные, структурные поверхности, стики, полигоны). Создание разломов с помощью пересечений (General intersection tool). Визуализация разломов. Работа с разломами в 2D и 3D окнах. Настройка и корректировка поверхностей разломов, работа с узлами.

Pilar Gridding. Создание каркасного трехмерного грида на основании модели разломов. Направления и тренды. Работа с ячейками грида.

Создание горизонтов. Глубинное преобразование. Скоростная модель (количество и границы интервалов, корректировки, законы изменения скорости с глубиной, параметры изменения скоростей).

#### **Тема (раздел) 4.**

Структурное моделирование, создание изохор, зон и слоев. Определения интервала разбивки, количества зон, пропорций и мощностей. Принципы разбивки зон на слои (количество слоев, размер ячеек, мощность, опорные горизонты). Геометрическое моделирование. Принципы формирования ячеек (объем, мощность, высота, количество и тд), выбор ограничивающих поверхностей. Перемасштабирование каротажа. Моделирование фаций, детерминистические (кригинг) и стохастические (SIS, TGS, объектное моделирование) методы. Распределение дискретных свойств на трехмерный грид, создание шаблонов и кодов фаций. Петрофизическое моделирование. Принципы распределения непрерывных свойств на трехмерный грид. Методы SGS, Kriging interpolation, Moving average (interpolation), Functional (estimation), Closest (estimation), Assign values, Neural net.

#### **Тема (раздел) 5.**

Подсчет запасов. Расчет объемов трехмерного грида (общий, поровый, объем, занятый флюидом). Варианты подсчета: общий объем (Bulk Volume), эффективный объем (Net Volume), поровый объем (Pore Volume). HCPV oil, HCPV gas, STOOIP, GIP, Recoverable Oil, Recoverable gas. Создание карт и построений (plotting). Монтаж карт — собственно карты, разрезы, сейсмические данные, скважинные данные и колонки, диаграммы и тд.

#### *План проведения семинаров.*

1. Общее представление о программном обеспечении Shlumberger Petrel, организации и визуализации данных, интерфейсе, импорте данных и принципах работы
2. Базовые навыки визуализации и интерпретации сейсмических данных.
3. Базовые навыки визуализации и интерпретации геологических данных. Корреляция скважин.
4. Построение скоростной модели для перевода временных (сейсмических) данных в глубинные и наоборот.
5. Структурное моделирование. Построение поверхностей по результатам корреляции скважин и интерпретации сейсмических данных.
6. Промежуточная аттестация 1: сдача расчетной графической работы



7. Создание и моделирование разломов.
8. Pilar Gridding, создание горизонтов, глубинное преобразование.
9. Промежуточная аттестация 2: сдача расчетной графической работы
10. Создание зон и слоев.
11. Геометрическое моделирование.
12. Моделирование фаций.
13. Петрофизическое моделирование.
14. Промежуточная аттестация 3: сдача расчетной графической работы
15. Подсчет запасов.
16. Создание карт и построений.
17. Промежуточная аттестация 4: сдача расчетной графической работы

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

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

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетных работ.

#### ***Расчетные домашние задания:***

1. Импорт данных, интерпретация сейсмического куба, корреляция скважин, построение поверхностей.
2. Моделирование разломов, Pilar Gridding, создание горизонтов.
3. Разбивка модели на зоны и слои, структурное, геометрическое и петрофизическое моделирование, моделирование фаций.
4. Подсчет запасов по отстроенной трехмерной модели, создание карт и построений.

### **7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.**

#### ***Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:***

1. Создание проекта
2. Импорт сейсмических данных
3. Импорт каротажа
4. Импорт геологических данных
5. Визуализация в 2D и 3D окнах данных по проекту
6. Визуализация сеймики
7. Пикировка сеймики, основные инструменты
8. Создание сейсмических горизонтов
9. Загрузка скважинных данных
10. Создание окна корреляции скважин
11. Создание отбивок
12. Создание горизонтов
13. Построение поверхностей по результатам корреляции
14. Перевод временных данных в глубинные и наоборот
15. Моделирование разломов
16. Создание 2D и 3D грида
17. Разбивка на зоны и слои
18. Моделирование фаций

19. Инструменты подсчета запасов

20. Создание карт и построений

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет).**

Оценка результатов обучения, <i>соответствующие виды оценочных средств</i>	<b>Незачет</b>	<b>Зачет</b>
<b>Знания</b> ( <i>устный опрос</i> )	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
<b>Умения</b> ( <i>устный опрос</i> )	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> ( <i>устный опрос</i> )	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

**8. Ресурсное обеспечение:**

**А) Перечень основной и дополнительной литературы.**

**- основная литература:**

Закревский К.Е. Геологическое 3D моделирование, - ИПЦ Маска, 2009, 376 с.

Закревский К.Е., Майсюк Д.М., Сыртланов В.Р., - Оценка качества 3D моделей, - ИПЦ Маска, 2008, 272 с.

Ковалевский Е., Геологическое моделирование на основе геостатистики, - цикл лекций, 2012, 122 с.

**- дополнительная литература:**

Закревский К.Е., Аксарин В.А., Анохина М.С., и др, Геологическое моделирование прибрежно-морских отложений (на примере пласта АВ1 (АВ1 1+2+АВ1 3 ) Самотлорского месторождения), Вектор Бук, Тюмень, 2017, 316 с.

Закревский К.Е., Бобров А.В., Воробьев Д.В., - Геологическое моделирование горизонта Ю1 Томской области, 2016, 154 с.

**Б) Перечень программного обеспечения:**

**- лицензионное**

Slumberger Petrel

**- нелицензионное и свободного доступа**

LibreOffice

**В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

<http://www.stratigraphy.org/>

<https://engineering.purdue.edu/Stratigraphy/>

**Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

[Компания «Шлюмберже» \(Schlumberger\). Оборудование, сервис, ПО, НИОКР и др. \(slb.ru\)](#)

[Библиотека \(petroportal.ru\)](#)

**Д) Материально-технического обеспечения:**

Учебная аудитория с мультимедийным проектором.

Компьютерный класс.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватель (преподаватели):** Ответственный за курс — Демьянков С.С. (старший преподаватель каф. нефтегазовой седиментологии и морской геологии), преподаватели: Демьянков С.С.

**11. Разработчики программы:** Демьянков С.С.