

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
с.н.с. Прищепа О.М.

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
***МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.02 Прикладная геология
<b>Специализация:</b>	Геология месторождений нефти и газа
<b>Квалификация выпускника:</b>	Горный инженер-геолог
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Нефедов Ю.В./

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Методы моделирования геологических объектов» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности 21.05.02 Прикладная геология, утвержденного приказом Минобрнауки России № 953 от 12.08.2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация «Геология месторождений нефти и газа».

Составитель \_\_\_\_\_ к.г.-м.н., доцент Нефедов Ю.В.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры геологии нефти и газа от 15.02.2022 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.г.-м.н., Прищепа О.М.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Методы моделирования геологических объектов» — ознакомление с методами построения геологических моделей с использованием специализированных программных комплексов для решения широкого круга задач, включая подсчет запасов нефти и газа.

Основными задачами дисциплины «Методы моделирования геологических объектов» являются:

- ознакомление с методами моделирования геологических объектов разного уровня;
- знакомство с основными программными специализированными средствами, используемыми для моделирования;
- установление рациональной последовательности шагов при создании геологической модели объекта на региональном, зональном, локальном уровнях моделирования;
- получение представлений об использовании результатов моделирования для решения прикладных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы моделирования геологических объектов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.02 Прикладная геология и изучается в 8 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Методы моделирования геологических объектов» являются: Основы компьютерных технологий решения геологических задач, Геохимия пород нефтегазоносных бассейнов Сейсморазведка, Литология пород-коллекторов нефти и газа.

Дисциплина «Методы моделирования геологических объектов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Моделирование нефтегазовых объектов», Интерпретация наземных и скважинных геофизических данных, Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа.

Особенностью дисциплины является направленность на расширение кругозора по применению специализированных компьютерных программных комплексов для решения геологических задач широкого спектра.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Разработка и внедрение новых передовых технологий в области геологоразведки и подсчета запасов	ПКС-4	ПКС-4.1. Знать методические положения и требования к геологическому изучению недр и производству геологоразведочных работ; ПКС-4.2. Знать политику организации в области подсчета запасов и управления запасами; ПКС-4.3. Знать методику обработки и

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
углеводородов		интерпретации геофизических данных и результатов бурения глубоких скважин; ПКС-4.4. Уметь руководить проведением геологоразведочных работ; ПКС-4.5. Уметь разрабатывать предложения по внедрению передовых технологий подсчета запасов и управления запасами; ПКС-4.6. Владеть методикой внедрения научно-технических достижений и передового опыта при проведении геологоразведочных работ и подсчете запасов.
Способность обрабатывать, интерпретировать геолого-геофизические материалы, строить геологические модели, проводить поиски и разведку месторождений нефти, газа и осуществлять текущий контроль состояния запасов	ПКС-5	ПКС-5.1. Знать стадийность геологоразведочного процесса на нефть и газ и рациональный комплекс ГРП, применяемый на каждой стадии, основные процессы нефтегазообразования; ПКС-5.2. Знать методы обработки и интерпретации геофизических данных и материалов бурения глубоких скважин; ПКС-5.3. Знать методы определения подземной геометрии залежей и подсчета запасов; ПКС-5.4. Уметь выбирать рациональный комплекс исследований и технологий при проведении ГРП; ПКС-5.5. Уметь обрабатывать и интерпретировать результаты геофизических исследований и глубокого бурения ПКС-5.6. Уметь применять необходимые методы подсчета запасов в соответствии с изученностью и сложностью строения геологических объектов, оценивать перспективы нефтегазоносности разномасштабных объектов, прослеживать и оконтуривать залежи нефти и газа; ПКС-5.7. Владеть навыками обработки и интерпретации геофизических и геолого-промысловых данных при проведении ГРП в различных геолого-структурных условиях. ПКС-5.8. Владеть навыками комплексного использования информации о коллекторских свойствах продуктивных пластов, флюидах для подсчета запасов, оценки ресурсов нефти и газа; и определения их экономической значимости; ПКС-5.9. Владеть методами определения подсчетных параметров и программными комплексами для составления геологических

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		моделей; ПКС-5.10. Владеть теоретическими основами и методами подсчета запасов нефти, горючих газов, газового конденсата, методы количественной оценки ресурсов нефти и газа. ПКС-5.11. Владеть программными компьютерными комплексами геологического моделирования залежей УВ и подсчета запасов нефти и газа.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Методы моделирования геологических объектов» составляет 2 зачетные единицы, 72 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		8
<b>Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
Лекции	16	16
Практические работы (ПР)	16	16
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Подготовка к практическим занятиям	40	40
<b>Промежуточная аттестация зачет - (З)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
<b>ак. час</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Геологическое моделирование и его роль в решении задач нефтегазопромысловая геологии	8	2	2	-	4
2.	Структурные построения	12	4	2	-	8
3.	Литолого-фациальное моделирование	20	4	4	-	12

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
4.	Петрофизическое моделирования	16	4	4	-	8
5.	Подсчет запасов углеводородов на основе построенной геологической модели месторождения	16	2	4	-	8
<b>Итого:</b>		<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>40</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Геологическое моделирование и его роль в решении задач нефтегазопромысловой геологии	Геологическая модель. Понятие и виды геологических моделей. Последовательность создания геологической модели	2
2.	Структурные построения	Межскважинная корреляция. Создание отбивок в скважинах. Осреднение скважинных данных на 3D грид. Создание структурного каркаса. Создание структурных карт. Создание модели разломов.	4
3.	Литолого-фациальное моделирование	Фации: основные типы и условия осадконакопления. Анализ фациальных данных. Методы моделирования фаций. Детерминистические методы. Стохастическое моделирование.	4
4.	Петрофизическое моделирования	Петрофизика и петрофизические параметры горных пород. Анализ петрофизических данных. Моделирование песчанности. Моделирование пористости и проницаемости.	4
5	Подсчет запасов углеводородов на основе построенной геологической модели месторождения	Подсчет запасов объемным методом. Вероятностное моделирование: метод Монте-Карло. Оценка рисков и неопределенностей. Функции плотности распределения и накопленной вероятности.	2
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Общий порядок построения 3D геологической модели. Загрузка скважинных данных.	2
2	Раздел 2	Геометризация залежей. Межскважинная корреляция. Построение структурных карт. Создание модели разлома, сетки, горизонтов, слоев.	2
3	Раздел 3	Анализ данных. Построение геолого-статистического разреза. Соотношение фаций по вертикали. Мощность фациального слоя. Построение модельной вариограммы и подбор экспериментальной.	2
4	Раздел 3	Моделирование фаций. Детерминистические методы. Последовательное индикаторное моделирование. Усеченное гауссово моделирование. Объектное моделирование.	2
5	Раздел 4	Анализ петрофизических данных. Распределение данных и пространственные тренды. Построение вариограммы. Корреляционный анализ.	2
6	Раздел 4	Методы петрофизического моделирования. Кригинг. Последовательное гауссово моделирование. Моделирование случайной гауссовой функции. Использование J-функции для моделирования насыщенности.	2
7	Раздел 5	Объемный метод подсчета запасов.	2
8	Раздел 5	Анализ неопределенностей. Многовариантное моделирование.	2
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.5. Курсовая работа (проект)

Курсовые работы не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1.**

1. Последовательность геологического моделирования.
2. Перечислите основные виды данных, которые необходимы для геологического моделирования.
3. Что представляет собой геофизические исследования скважин? В каком формате происходит импорт данных?
4. Сейсмические данные для моделирования.
5. Подходы к геологическому моделированию.

#### **Раздел 2.**

1. Типы трехмерных сеток.
2. Как правильно выбрать размер ячейки по осям X и Y?
3. Какие данные необходимы для структурных построений?
4. Принцип построения структурных карт.
5. Для чего применяется межскважинная корреляция?

#### **Раздел 3.**

1. Что такое фации? Основные типы фации для накопления углеводородов.
2. Для чего необходимо строить фациальную модель?
3. Зачем применяется анализ фациальных данных?
4. Особенности детерминистических методов.
5. Различие между детерминистическими и стохастическими методами моделирования.

#### **Раздел 4.**

1. Что изучает петрофизика? Классификация петрофизических параметров.
2. Задачи, решаемые петрофизическим моделированием.
3. Для чего нужен анализ петрофизических данных?
4. Методы петрофизического моделирования
5. Принцип последовательного Гауссова моделирования.

#### **Раздел 5.**

1. Методы подсчета запасов.



2. Подсчет запасов объемным методом.
3. Зачем применяется вероятностная оценка?
4. Что лежит в основе вероятностной оценки?
5. Зачем учитывать неопределенности и что это означает?

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету:**

#### **Раздел 1.**

1. Какие задачи решает геологическое моделирование?
2. Программные пакеты и основные виды исходных данных для цифрового геологического моделирования
3. Для чего используются координаты устьев скважин, альтитуды, инклинометрия?
4. Назначение стратиграфических разбивок.
5. Для чего необходимы кривые ГИС?
6. Какие сейсмические данные нужны для геологического моделирования?
7. Как используются данные исследования керна?
8. Из каких этапов состоит технология геологического моделирования?
9. Виды геологических моделей.
10. Назовите особенности региональных геологических моделей.
11. Как подразделяются модели по характеру связи между параметрами и свойствами?
12. Что входит в оценку качества исходных данных?
13. Что такое концептуальная модель?
14. В каких форматах импортируются исходные данные?
15. Используемые программы для решения геологических задач.

#### **Раздел 2.**

1. Входные данные для построения структурного каркаса.
2. Что представляют собой ячейки структурированных сеток?
3. Достоинства и недостатки неструктурированных сеток.
4. Что такое триангуляционная модель?
5. Различия каркасных и блочных моделей.
6. Отличия 3D сети от 2D грида.
7. Как правильно выбрать горизонтальное и вертикальное разрешение 3D сети.
8. Методы структурного моделирования в программном комплексе Petrel.
9. Перемасштабирование каротажных диаграмм.
10. Что такое геометризация залежей?
11. Моделирование структурных поверхностей методом схождения.
12. Моделирование структурных поверхностей с использованием базовой поверхности как тренда.
13. Методика моделирования поверхности ВНК.
14. Алгоритмы построения карт эффективных толщин и карт песчанности.
15. Методика моделирования разломов.

#### **Раздел 3.**

1. Методы моделирования литофациальной модели.
2. Особенности детерминистических методов.
3. Что такое кригинг и какова его роль?
4. Разница между обыкновенным и простым кригингом.
5. Что такое ГСР?
6. Для чего рассчитывается вариограмма?
7. Суть последовательного индикаторного моделирования. Какие входные данные?

8. Для каких фациальных обстановок применять объектное моделирование?
9. Методы объектного моделирования и их особенности.
10. Алгоритм метода адаптивных каналов.
11. Когда использовать усеченное гауссово моделирование?
12. Какие тренды можно использовать при проведении усеченного гауссово моделирования?
13. На основании каких критериев производится выделение фаций по разрезу?
14. Основные элементы вариограммы?
15. Анализ качества и соответствия литого-фациальной модели исходным данным.

#### **Раздел 4.**

1. Что изучает петрофизика?
2. Задачи, решаемые петрофизическим моделированием.
3. Для чего нужен анализ петрофизических данных?
4. Что представляет из себя куб пористости?
5. Как построить куб проницаемости?
6. Исходные данные для моделирования.
7. Когда использовать последовательное гауссово моделирование?
8. Принцип кригинга.
9. Что представляет собой куб насыщенности?
10. Для чего используется J-функция?
11. Что оценивают при построении ГСР и вертикальных трендов?
12. Что используют в качестве вертикальных и горизонтальных трендов?
13. В чем особенности индикаторного кригинга?
14. В чем достоинства моделирования случайной гауссовой функции?
15. Какие алгоритмы используются в петрофизическом моделировании?

#### **Раздел 5.**

1. Приведите формулу подсчета запасов объемным методом. Дайте определение всем параметрам.
2. Зачем используется вероятностная оценка?
3. Что такое метод Монте-Карло?
4. Что подразумевается под оценкой неопределенностей?
5. Функции плотности распределения и накопленной вероятности.
6. Перцентили. Как они помогают учесть неопределенности?
7. Какие риски есть в нефтяной отрасли?
8. Какой процесс в Petrel используется для подсчета запасов, где он расположен?
9. Критерии оценки уверенности запасов.
10. Что такое «геологический успех»? Для чего нам его оценивать?
11. Что такое gCos? Для чего он используется?
12. Чем отличается детерминированное моделирование от вероятностного?
13. Оформление подсчетных планов для подсчета запасов.
14. Границы многовариантного расчета.
15. Что такое геологический успех?

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

### Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Какие задачи позволяет решить 3D геологическое моделирование?	1. описание динамики фильтрации флюидов в пласте 2. подсчет запасов УВ 3. расчет геомеханических свойств пласта 4. описание процесса генерации и миграции УВ
2	Что не входит в цикл геологического моделирования?	1. петрофизическое моделирование 2. Импорт скважинных данных 3. Оценка ФЕС пород-коллекторов 4. Межскважинная корреляция
3	Элементы геологических моделей:	1. Ограничивающие поверхности, распределение физических свойств между поверхностями, разломы, привязка к скважинным данным 2. Распределение физических свойств между поверхностями, разломы, карта сейсмических атрибутов 3. Ограничивающие поверхности, разломы, карта невязок 4. Разломы, ограничивающие поверхности
4	Где хранятся загруженные исходные данные?	1. на панели Windows 2. на панели Models 3. на панели Input 4. на панели Output
5	Скважинные данные характеризуются:	1. низкая скорость съемки, высокое разрешение 2. высокая скорость съемки, низкое разрешение 3. высокая скорость съемки, высокое разрешение 4. средняя скорость съемки, низкое разрешение
6	Измеренная глубина скважины (MD) — это ...	1. TVD минус альтитуда 2. высота устья над уровнем моря 3. расстояние от устья до забоя вдоль ствола 4. проекция длины скважины на вертикаль
7	Что не относится к данным для построения структурной модели	1. Стратиграфические разбивки (маркеры) пластов в скважинах (Well tops) 2. Стратиграфические поверхности пластов (Make/edit surface) 3. Плоскости тектонических нарушений (Fault model) 4. Каротажные диаграммы (Well logs)
8	Структурные модели делятся на	1. Каркасные и блочные 2. Блочные и ячеистые 3. Каркасные и регулярные 4. Регулярные и неструктурированные

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9	Основными параметрами вариограммы являются	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Силл, наггет, ранг, лаг, дисперсия</li> <li>2. Силл, наггет, ранг, лаг, стандартное отклонение</li> <li>3. Силл, ранг, лаг, дисперсия</li> <li>4. Силл, ранг, лаг, медиана</li> </ol>
10	Что не является причиной негоризонтального ВНК?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. различные ФЕС породы</li> <li>2. различные свойства нефти</li> <li>3. уровень моря</li> <li>4. гидродинамический напор</li> </ol>
11	Фация -	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. осадки (или горные породы), возникающие в определённой физико-географической обстановке и отличающиеся от состава и условий образования смежных одновозрастных пород</li> <li>2. горные породы, обладающие способностью вмещать нефть, газ и воду и отдавать их при разработке</li> <li>3. любая встречающаяся в природе твердая масса или совокупность минералов или минералоидного вещества</li> <li>4. относительно непроницаемое для флюидов породное тело, экран</li> </ol>
12	Стохастические (вероятностные) алгоритмы -	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при одних и тех же настройках дают один, наиболее вероятный, при заданных условиях, результат</li> <li>2. моделирование параметра в резервуаре производится на основе априорной информации о геометрии геологических тел</li> <li>3. позволяют получать при одних и тех же настройках различные равновероятные случайные реализации</li> <li>4. основанные на последовательном поочередном заполнении объема геологической сетки значениями моделируемого параметра</li> </ol>
13	Основные параметры, которые задаются при объектно-ориентированном моделировании	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. форма тела и его параметры (например, длина и ширина канала в разрезе, направление, амплитуда и длина его изгиба в плане)</li> <li>2. оценки процентного содержания каждой из фаций в объеме моделируемого объекта</li> <li>3. состав и свойства нефти</li> <li>4. фильтрационно-емкостные свойства пород</li> </ol>
14	Детерминистские методы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. применяются при большом количестве исходных данных</li> <li>2. могут использоваться при малом количестве исходных данных.</li> <li>3. дают возможность провести оценку неопределенности;</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. отличаются большей гибкостью при привлечении различных трендов;
15	Что такое «геологический успех»?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вероятность, с которой произойдет открытие залежи нефти</li> <li>2. возможность открыть залежь нефти и газа, без учета неопределённостей</li> <li>3. вероятность, с которой произойдет открытие залежи нефти, оцененная с учетом всех существующих неопределенностей</li> <li>4. залежь, открытая первой скважиной</li> </ol>
16	Что не относится к факторам возникновения залежи?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. миграция нефти по разрезу</li> <li>2. наличие ловушки</li> <li>3. глубина 1-2 км</li> <li>4. обеспечение сохранности</li> </ol>
17	Концептуальная геологическая модель	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. представление о седиментологической и тектонической истории формирования целевого горизонта, увязанное со всей прямой и косвенной геолого-геофизической информацией</li> <li>2. представление геологической среды в виде пространственного распределения физических свойств, определяющих распространение упругих колебаний</li> <li>3. система элементов геологического строения, обобщенно описывающая состав, структуру, форму изучаемого объекта и его вмещающей среды</li> <li>4. динамическая модель геологических процессов в осадочных бассейнах на протяжении геологического времени</li> </ol>
18	Границы оценки запасов при многовариантном расчете	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10, 30, 70</li> <li>2. 20, 50, 80</li> <li>3. 30, 60, 90</li> <li>4. 10, 50, 90</li> </ol>
19	Сферическая модель вариограммы характеризуется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. плохо описывает свойства объекта</li> <li>2. дает самый “пестрый” результат</li> <li>3. универсальный алгоритм</li> <li>4. дает самый гладкий результат</li> </ol>
20	Кригинг – это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. интерполяционный метод, базирующийся среднем значении и стандартном отклонении</li> <li>2. интерполяционный метод, базирующийся среднем значении и дисперсии</li> <li>3. интерполяционный метод, базирующийся медиане и дисперсии</li> <li>4. интерполяционный метод, базирующийся математическом ожидании</li> </ol>

**Вариант №2**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Геологическая модель — это	<ol style="list-style-type: none"><li>1. определенное во времени и пространстве количественное описание геологического объекта (например, залежи УВ), которое отражает основные свойства этого объекта и позволяет решить задачи моделирования</li><li>2. совокупность цифрового трехмерного массива геолого-физических параметров, характеризующая моделируемое месторождение (залежь, эксплуатационный объект) и управляющие воздействия на него в процессе разработки, описывающая основные закономерности фильтрации пластовых флюидов под влиянием этих воздействий и применяемых технико-технологических решений</li><li>3. определенное во времени количественное описание геологического объекта (например, залежи УВ), которое отражает основные свойства этого объекта и позволяет решить задачи моделирования</li><li>4. динамическая модель геологических процессов в осадочных бассейнах на протяжении геологического времени</li></ol>
2	Цель геологического моделирования -	<ol style="list-style-type: none"><li>1. прогнозирование вертикальных изменений геологических переменных</li><li>2. прогнозирование изменений геологических переменных во времени</li><li>3. прогнозирование пространственных изменений геологических переменных</li><li>4. прогнозирование пространственных изменений случайных величин</li></ol>
3	Что относится к прямым наблюдениям?	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Геофизические исследования скважин</li><li>2. Сейсмическая съемка</li><li>3. Гидродинамические методы</li><li>4. Исследования керна</li></ol>
4	Фильтр нижних частот — это	<ol style="list-style-type: none"><li>1. фильтр, который сохраняет среднечастотные компоненты и удаляет высокочастотные компоненты.</li><li>2. фильтр, который сохраняет низкочастотные компоненты и удаляет высокочастотные компоненты.</li><li>3. фильтр, который сохраняет высокочастотные компоненты и удаляет низкочастотные компоненты</li><li>4. фильтр, который сохраняет низкочастотные компоненты и удаляет низкочастотные компоненты</li></ol>
5	При использовании метода скользящее среднее	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Веса точек постоянны и одинаковы</li><li>2. Точки не имеют весов</li><li>3. Веса точек непостоянны и одинаковы</li></ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. Веса точек различны
6	Ячейки регулярной структурированной сетки характеризуются	1. одинаковой длиной и разной шириной инкремента 2. разной длиной и шириной инкремента 3. одинаковой длиной и шириной инкремента 4. разной длиной и одинаковой шириной инкремента
7	Ячейки структурированных сеток всегда представляют собой	1. пятигранники 2. шестигранники 3. восьмигранники 4. семигранники
8	ГСР позволяет	1. представить вероятность появления того или иного значения переменной Y для каждого выбранного значения переменной X 2. представить распределение частот выбранного свойства, замеренные значения которого отсортированы в порядке возрастания 3. представить значение двух переменных, замеренных в одной точке 4. оценить вертикальную изменчивость разреза для каждого литотипа/фации
9	Что не относится к методам литолого-фациального моделирования	1. обыкновенный кригинг 2. отрисовка модели вручную 3. построение куба или нескольких непрерывных кубов параметров и затем получение дискретного куба литофаций на основе отсечек — граничных значений величин, разделяющих типы литофаций 4. индикаторный кригинг
10	Зачем строить фациальную модель (выбрать неправильное)	1. понимание геологических процессов 2. определений ФЕС пород-коллекторов 3. Отображение строения фаций – связность резервуаров и высокая степень неоднородности 4. Определение свойств фаций, влияющих на добычу
11	Что не относится к анализу данных?	1. Мощность фаций 2. Фациальное соотношение по вертикали 3. Дискретная вариограмма 4. Оценка неопределенностей
12	Вариограмма отображает	1. изменение поведения случайной величины 2. математическое ожидание случайной величины 3. изменение зависимости данных с увеличением расстояния. 4. изменение зависимости данных с уменьшением расстояния.
13	Последовательное индикаторное	1. рассчитывает нормированное

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	моделирование	<p>непрерывное свойство методом Гаусса и затем с помощью отсечек разбивает на фации</p> <p>2. стохастический (основанный на ячейках) алгоритм моделирования, использующей перемасштабированные ячейки как основу для соотношения моделируемых фаций. Вариограмма обеспечивает распределение и связность фаций. Метод применяется для моделирования фациальных тел, не имеющих четкой формы, или при небольшом количестве входных данных</p> <p>3. основано на Кригинге и использует смоделированные/полученные кригингом значения, как данные для воспроизведения ковариации между всеми моделируемыми значениями</p> <p>4. интерполяционный метод, базирующийся на основных статистических свойствах данных (среднее значение и дисперсия)</p>
14	Усеченное гауссово моделирование	<p>1. рассчитывает нормированное непрерывное свойство методом Гаусса и затем с помощью отсечек разбивает на фации</p> <p>2. стохастический (основанный на ячейках) алгоритм моделирования, использующей перемасштабированные ячейки как основу для соотношения моделируемых фаций. Вариограмма обеспечивает распределение и связность фаций. Метод применяется для моделирования фациальных тел, не имеющих четкой формы, или при небольшом количестве входных данных</p> <p>3. основано на Кригинге и использует смоделированные/полученные кригингом значения, как данные для воспроизведения ковариации между всеми моделируемыми значениями</p> <p>4. интерполяционный метод, базирующийся на основных статистических свойствах данных (среднее значение и дисперсия)</p>
15	Какой метод самый большой по масштабу исследования?	<p>1. ГИС</p> <p>2. ГДИС</p> <p>3. Сейсмика</p> <p>4. Сейсмика</p>
16	Фазовая проницаемость по нефти ниже ВНК равна	<p>1. 1</p> <p>2. 0,5</p> <p>3. 0</p> <p>4. 0,1</p>
17	Неоднородность не наблюдается	1. по форме



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		2. по составу 3. по происхождению 4. по пространству
18	Структурные и концептуальные неопределенности	1. свойства пластовых флюидов 2. Площадь и толщина 3. Площадь и плотность 4. Петрофизические характеристики
19	Вероятностный расчёт — это	1. расчёт, основанный на получении большого числа реализаций стохастического (случайного) моделирования какого-либо процесса 2. расчёт, основанный на получении малого числа реализаций стохастического (случайного) моделирования какого-либо процесса 3. расчет, которые не зависят от границ и типов распределений, наличия взаимосвязей между параметрами 4. вероятное событие в будущем, которое может оказать отрицательное и/или положительное воздействие на достижение поставленных целей
20	gCos – это	1. Геологический успех – залежь обнаружена и ее запасы достаточны для получения притока из скважины 2. Коммерческий успех – залежь обнаружена и ее запасы окупают затраты на строительство разведочной скважины 3. Экономический успех - залежь обнаружена и ее запасы окупают затраты на ГРП, приобретение участка и приносят прибыль 4. Нефтяной успех - залежь обнаружена и ее запасы достаточны для получения притока из скважины

### **Вариант №3**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Сейсмические данные характеризуются	1. низкая скорость съемки, высокое разрешение 2. низкая скорость съемки, низкое разрешение 3. высокая скорость съемки, высокое разрешение 4. высокая скорость съемки, низкое разрешение
2	Трансформанты (деривативы или производные) предназначены для	1. определения границ выклинивания пластов 2. подчеркивания структурных особенностей 3. разделения аномалий и выявления краев аномалеобразующих объектов

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. определения максимумов, которые маркируют границы структур (разломы и контакты)
3	К площадному уровню получения данных относится:	1. литологический состав пород 2. положение ВНК 3. траектория скважин 4. зависимость «керна-ГИС»
4	Истинная глубина относительно уровня моря (TVDSS или SSTVD) –	1. проекция длины скважины на вертикаль 2. высота устья над уровнем моря 3. MD минус альтитуда 4. TVD минус альтитуда
5	Каротажные диаграммы загружаются в формате	1. .las 2. .txt 3. .incl 4. .pet
6	Трехмерная сетка бывает	1. блочной и каркасной 2. структурированной и неструктурированной 3. структурированной и блочной 4. регулярной и структурированной
7	Особенности регулярной геометрии:	1. более сложное описание (т.к. ячейки имеют разную длину и ширину) 2. ребра ячеек могут быть наклонными, 3. все ячейки обязательно должны иметь одинаковую длину и ширину, 4. можно встраивать разломы
8	Кригинг	1. рассчитывает нормированное непрерывное свойство методом Гаусса и затем с помощью отсечек разбивает на фации 2. стохастический (основанный на ячейках) алгоритм моделирования, использующей перемасштабированные ячейки как основу для соотношения моделируемых фаций. Вариограмма обеспечивает распределение и связность фаций. Метод применяется для моделирования фациальных тел, не имеющих четкой формы, или при небольшом количестве входных данных 3. основано на Кригинге и использует смоделированные/полученные кригингом значения, как данные для воспроизведения ковариации между всеми моделируемыми значениями 4. интерполяционный метод, базирующийся на основных статистических свойствах данных (среднее значение и дисперсия)
9	Входные данные для кригинга	1. Скважинные данные, фациальная модель, тренды, вторичные свойства, вариограмма 2. Сейсмические атрибуты,

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		вариограмма, тренды 3. Скважинные данные, правила моделирования: геометрия и форма, вертикальные и горизонтальные тренды 4. Соотношение фаций, вероятности фаций и 1D, 2D, 3D тренды, разные вариограммы для разных фаций
10	Простой кригинг характеризуется	1. общее среднее – больше данных 2. локальное среднее – устойчивый 3. общее среднее – больше данных 4. локальное среднее – больше данных
11	Какого типа кригинга не бывает?	1. Простой 2. Обыкновенный 3. Сложный 4. Индикаторный
12	Стохастические методы характеризуются	1. работают быстрее 2. отличаются большей гибкостью при привлечении различных трендов 3. применяются при большом количестве исходных данных 4. высокая скорость работы при большом числе скважин
13	Лаг вариограммы – это	1. значение полудисперсии, на котором функция полувариограммы выходит на постоянное значение 2. степень различия между парой точек исходной информации 3. расстояние между сравниваемыми точками 4. расстояние, в пределах которого значение параметра в рассматриваемых точках коррелируется
14	Метод адаптивных каналов	1. используется для различных сред, чаще всего при небольшом количестве входных данных (скважин) 2. обычно используется для моделирования изолированных фациальных тел простой геометрической формы без ярко выраженного отношения длина/ширина 3. рассчитывает нормированное непрерывное свойство методом Гаусса и затем с помощью отсечек разбивает на фации 4. обычно используется в аллювиальных средах, где требуется строгий скважинный контроль, однако, может быть применен для моделирования любых каналов
15	Последовательность моделирования петрофизических параметров	1. Пористость – проницаемость - насыщенность 2. Пористость – насыщенность - дитология

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		3. Проницаемость – пористость – насыщенность 4. Литология – пористость – насыщенность
16	Что не относится к петрофизическим параметрам?	1. акустический импеданс 2. пористость 3. электропроводность 4. проницаемость по фазам
17	Метод петрофизического моделирования	1. Последовательное индикаторное моделирование 2. Объектное-моделирование 3. Гауссово моделирование 4. Усеченное гауссово моделирование
18	Выберите вариант ответа, который НЕ может быть источником данных о проницаемости пласта	1. Керновые исследования 2. ГДИС 3. ГИС 4. Опробование
19	Что получаем по результатам расчета запасов нефти при подходе 1D?	1. Карту запасов 2. Дебиты нефти 3. Распределение запасов 4. Куб свойств
20	По мере изученности месторождения оценка запасов относительно P50 должна	1. Уменьшаться 2. Увеличиваться 3. Не должна меняться сильно 4. Не имеет значения

### 6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
<b>Зачтено</b>	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Закревский К.Е. Геологическое 3D моделирование. – М.: ООО «ИПЦ Маска», 2009. – 376 с.
2. Дюбрюль О. Геостатистика в нефтяной геологии – М., Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009. – 256 с.
3. Петерсилье В.И., Пороскуна В.И., Яценко Г.Г. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом. – Москва-Тверь: ВНИГНИ, ИПЦ “Твсрьгсофизика”, 2003

4. В. А. Белкина, С. Р. Бембель, А. А. Забоева, Н. В. Санькова. Основы геологического моделирования (часть 1): учебное пособие. – Тюмень: – ТюмГНГУ, 2015. – 168 с.

5. Платов Б.В., Огнев И.Н. Моделирование нефтяных и газовых месторождений. Учебнометодическое пособие. – Казань: К(П)ФУ, 2020. – 79 с.

## **7.2. Дополнительная литература**

1. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики. – М.: ИПМ РАН, 2009. – 460 с

2. Закревский К.Е., Майсюк Д.М., Сыртланов В.Р. Оценка качества 3D моделей. – М.: ООО «ИПЦ Маска», 2008. – 272 с

3. Дюбрул О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных. – EAGE, 2007. – 296 с.

4. Гутман И.С. Методы подсчетов запасов нефти и газа: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1985. – 223 с.

5. Малышев Н.А., Никишин А.М. Геология для нефтяников – М.: Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011. – 360 с.

6. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 480 с.

7. Тиаб Джю, Доналдсон Эрл Ч. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств пород и движения пластовых флюидов / Перевод с английского. – М.: ООО «Премииум Инжиниринг», 2009. – 868 с.

8. Абабков К.В., Сулейманов Д.Д., Султанов Ш.Х., Котенев Ю.А., Варламов Д.И. Основы трёхмерного цифрового геологического моделирования: Учебное пособие. – Уфа: Издво «Нефтегазовое дело», 2010. – 199 с.

9. Косентино Л. Системные подходы к изучению пластов. – М., Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2007. – 400 с

10. Селли Р.К. Древние обстановки осадконакопления. – М.: Недра, 1989. – 294 с.

## **7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

2. <http://www.rsl.ru/>

3. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>

4. Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>

5. Словари и энциклопедии на Академике: <http://dic.academic.ru/>

6. Свободная энциклопедия Википедия: <http://ru.wikipedia.org/>

7. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>

8. Электронная библиотека IQlib: <http://www.iqlib.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

1. Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

65 посадочных мест

Комплекс мультимедийный - 1 шт., микрофон - 2 шт., стол Assmann (Тип 1) для студентов - 15 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул 7874 A2S - 65 шт., кресло 9335 A2S - 1шт., трибуна - 1 шт., доска магнитно-маркерная - 1 шт.

### **Аудитории для проведения лабораторных занятий.**

*Оснащенность помещения:*

Посадочных мест 14

Лабораторный стул – 14 шт., лабораторный стол – 6 шт., Мультимедийный комплекс Тип.1 – 1 шт.

Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

*Оснащенность помещения:*

Посадочных мест 16

Стол аудиторный для студентов – 8 шт., кресло 9335A2S для студентов – 16 шт., шкафчик для раздевалки «Экспресс 5» - 5 шт, моноблок Opti Plex 7450 – 16 шт., рабочее место преподавателя стол – 1шт., кресло 9335A2S -1 шт., моноблок Opti Plex 7450 - 1 шт., доска магнитно-маркерная – 1 шт., лазерный принтер A 4 Xerox Phaser 3610 - 1шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

*Программное обеспечение:*

tNavigator

Лицензионный договор №10/РфД-17 от 28.08.2017 предоставлена на безвозмездной основе бессрочно «На поставку компьютерной техники» ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 университет

«Isoline»

Лицензионный договор от 28.03.2020г. на 3 года предоставлена на безвозмездной основе, обновление программы от 08.09.2020 г.

«Roxar Technologies AS»

Лицензионный договор № RU 970 от 26.03.2018 предоставлена на безвозмездной основе обновление программы от 09.08.2020 г.

Geoplat Pro-G

Лицензионный договор №1к № ГПД-ЛР-4/17 от 29.09.2017г. по 28.09.2018

Лицензионное соглашение №2к продлен от 20.06.2018 по 29.09.2019 предоставлена на безвозмездной основе

Дополнительное соглашение №4 к лицензионному договору № ГПД-ЛР-4/17 от 29.09.2017г продлен до 24 сентября 2023 г.

1. Комплекс программных средств обработки данных обучающих систем, включающих в себя:

1.1 «GeoOffice Solver APM «Интерперетация»

Количество лицензий-16

Договор № Д915(223)-11/18

от 26.11.2018 Перерегистрация от 16 декабря 2019 г.по 2021

1.2 Комплекс компьютерных симуляторов по исследованиям керна (товарный знак отсутствует)

Количество лицензий-16

Договор № Д915(223)-11/18

от 26.11.2018 Перерегистрация от 16 декабря 2019 г. по 2023

1.3 Комплекс компьютерных симуляторов по геохимии (товарный знак отсутствует)

Количество лицензий-16

Договор № Д915(223)-11/18

от 26.11.2018

Перерегистрация от 16 декабря 2019 г. по 2023

1.4 Комплекс компьютерных симуляторов по исследованию физических свойств материалов (товарный знак отсутствует)

Количество лицензий-16

Договор № Д915(223)-11/18

от 26.11.2018

Перерегистрация от 16 декабря 2019 г. по 2023

Petrel

Договор № SIS-CONSULTING-MINING-UNIV-2020-01-55/59-668АДМ

от 20 августа 2020 г.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Windows 7 Professional

ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования»

ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники»

ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования»

ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования»

Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования»

Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования»

ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции»

Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012

Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011

Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011

Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011