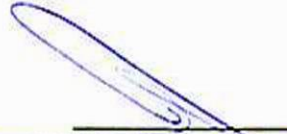


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кронков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 11.04.2024 11:13:31  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

«ТОМЁНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГиН  
А.Л. Портнягин  
  
« 05 » 09 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины/модуля: Геологическое 3Д моделирование

научная специальность: 1.6.11 Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом и требованиями программы аспирантуры специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений к результатам освоения дисциплины/модуля

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры ГНГ

Протокол № 1 от «05» 09 2022 г.

И.о.заведующего кафедрой ГНГ  М.Д. Заватский

СОГЛАСОВАНО:

Начальник отдела подготовки научных  
и научно-педагогических кадров  
«05» 09 2022 г.



Е.Г. Ишкина

Начальник управления научных  
исследований и развития  
«05» 09 2022 г.



Д.В. Пяльченков

Рабочую программу разработал:  
к. г-м. наук, доцент кафедры



Е.Ю. Неёлова

## 1. Цель и задачи дисциплины

### Цели дисциплины

Изучение теоретических основ и приобретения навыков практической работы построения двухмерных и трёхмерных геологических моделей и оценки их адекватности. Решение всех геологических задач: оценка запасов углеводородов, обоснование проектов разработки, контроль и управление разработкой осуществляется на основе геологических моделей.

### Задачи дисциплины

Расширить диапазон знаний аспирантам в области важнейших понятий моделей, получение практических навыков самостоятельной работы с прикладными пакетами построения геологических моделей, решение геологической задачи подсчёта запасов на основе построенной геологической 3D модели.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина: Геологическое 3Д моделирование относится к образовательному компоненту учебного плана специальности 1.6.11 Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. Для освоения данной дисциплины необходимы «входные» знания и умения, полученные в процессе обучения по программе специалитета (курсы «Структурная геология», «Литология и петрография», «Математические методы моделирования в геологии», «Основы компьютерных технологий решения геологических задач»).

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих навыков:

- знать основные методы комплексирования разнородной и разноточной информации, используемой при построении 3D модели;
- уметь выбрать наиболее подходящий из детерминистских и/или стохастических алгоритмов моделирования в соответствии с имеющимися данными и концептуальной моделью пласта;
- демонстрировать способность проверки точности и соответствия геологической 3D модели исходным данным и имеющейся концептуальной модели;
- владеть навыками подсчета запасов и оценки неопределённости на основе стохастического многовариантного анализа.

## 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Таблица 4.1.

Курс/	Аудиторные занятия/контактная работа, час.	Самостоя-	Форма про-
-------	--	-----------	------------

се- местр	Лекции	Практические занятия	тельная ра- бота, час.	межуточной аттестации
1	24	24	96	зачет

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1 Структура дисциплины

№ п/п	Структура дисциплины		Аудитор- ные заня- тия, час.		СРО, час.	Всего, час.	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.			
1	1	Цели и задачи геологического моделирования. Основные этапы развития теории и практики построения моделей. Характеристика статической и динамической модели залежей.	2	2	8	12	тест
2	2	Построение структурно - стратиграфического каркаса. Роль тектонических нарушений, литологических и стратиграфических экранов. Контуры нефтеносности и методы определения их положения. Виды 3D цифровых сеток и способы их создания.	4	4	16	24	тест
3	3	Интерполяционные методы построения сеточных моделей. Постановка задачи. Методы локальной интерполяции: метод скользящего окна, метод обратных расстояний, методы Крайгинга и кокригинга. Аппроксимационные методы построения геологических моделей. Критерии аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Оценка точности интерполяции и аппроксимации.	4	4	16	24	тест,
4	4	Анализ анизотропии распространения литофаций. Обоснование числа и видов трендов и алгоритма моделирования. Построение куба литофаций стохастическим методом, анализ каче-	8	8	32	48	тест

		ства и соответствия построенного куба исходным данным.					
5	5	Обоснование априорной и косвенной информации и алгоритмов для каждого из кубов: пористости, насыщенности, проницаемости, построение этих кубов (для гидродинамической модели). Анализ качества и соответствия каждого из построенных кубов исходным данным. Приближённость геологических моделей, причины и последствия. Итерационность процесса моделирования.	6	6	24	36	Тест, отчет по построению модели
ИТОГО			24	24	96	144	

## 5.2 Содержание дисциплины

### 5.2.1 Содержание разделов дисциплины

1. Цели и задачи геологического моделирования. Основные этапы развития теории и практики построения моделей. Характеристика статической и динамической модели залежей.

2. Построение структурно - стратиграфического каркаса. Роль тектонических нарушений, литологических и стратиграфических экранов. Контуры нефтеносности и методы определения их положения. Виды 3D цифровых сеток и способы их создания.

3. Интерполяционные методы построения сеточных моделей. Постановка задачи. Методы локальной интерполяции: метод скользящего окна, метод обратных расстояний, методы Крайгинга и кокригинга. Аппроксимационные методы построения геологических моделей. Критерии аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Оценка точности интерполяции и аппроксимации.

4 Анализ анизотропии распространения литофаций. Обоснование числа и видов трендов и алгоритма моделирования. Построение куба литофаций стохастическим методом, анализ качества и соответствия построенного куба исходным данным.

5. Обоснование априорной и косвенной информации и алгоритмов для каждого из кубов: пористости, насыщенности, проницаемости, построение этих кубов (для гидродинамической модели). Анализ качества и соответствия каждого из построенных кубов исходным данным. Приближённость геологических моделей, причины и последствия. Итерационность процесса моделирования. Подсчет запасов.

### 5.2.2 Содержание дисциплины по видам учебных занятий

## Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
1	1	2	Цели и задачи геологического моделирования. Основные этапы развития теории и практики построения моделей. Типы моделей. Построение тектонических и литологических моделей, структурно - стратиграфического каркаса.
2	2	4	Виды 3D цифровых сеток и способы их создания. Интерполяция скважинных данных на трехмерную сетку. Интерполяционные методы построения сеточных моделей. Постановка задачи. Методы локальной интерполяции: метод скользящего окна, метод обратных расстояний, методы Крайгинга и кокригинга.
3	3	4	Аппроксимационные методы построения геологических моделей. Критерии аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Оценка точности интерполяции и аппроксимации.
4	4	8	Обоснование числа и видов трендов и алгоритма моделирования. Построение куба литофаций стохастическим методом, анализ качества и соответствия построенного куба исходным данным.
5	5	4	Обоснование априорной и косвенной информации и алгоритмов для каждого из кубов: пористости, насыщенности, проницаемости, построение этих кубов (для гидродинамической модели). Анализ качества и соответствия каждого из построенных кубов исходным данным.
6	5	2	Приближенность геологических моделей, причины и последствия. Итерационность процесса моделирования.
Итого:		24	

## Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема занятия
1	1, 2	2	Виды и типы информации, используемой для построения 3D ГМ. Создать новый проект, описать последовательность горизонтов, загрузить всю имеющуюся эмпирическую информацию в выбранный пакет моделирования.
2	2	2	Построение карт, описывающих структурно - стратиграфический каркас конкретной залежи. Обоснование вида и создание трёхмерной цифровой сетки.
3	3	2	Изучение методов и аппроксимации, используемых при создании цифровых моделей залежи. Оценка их точности и область использования.
4	4	8	Анализ анизотропии распространения литофаций в изучаемой залежи. Обоснование числа и видов трендов и алгоритма моделирования. Построение 3D модели литофаций стохастическим методом.
5	4	4	Анализ качества и соответствия построенной 3D геомодели исходным данным.
6	5	4	Построение 3D модели пористости и проницаемости с привлечением всей имеющейся априорной и косвенной информации.

7	5	2	Анализ точности и адекватности созданной трёхмерной геологической модели. Обоснование по возможности её дальнейшего уточнения и использования.
Итого:		24	

### Самостоятельная работа

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СР
1	1, 2	10	Виды и типы информации, используемой для построения 3D ГМ. Создать новый проект, описать последовательность горизонтов, загрузить всю имеющуюся эмпирическую информацию в выбранный пакет моделирования.	Устный опрос, тест
2	2	10	Построение карт, описывающих структурно - стратиграфический каркас конкретной залежи. Обоснование вида и создание трёхмерной цифровой сетки.	Устный опрос, тест
3	3	20	Изучение методов и аппроксимации, используемых при создании цифровых моделей залежи. Оценка их точности и область использования.	Устный опрос, презентация
4	4	20	Анализ анизотропии распространения литофаций в изучаемой залежи. Обоснование числа и видов трендов и алгоритма моделирования. Построение 3D модели литофаций стохастическим методом.	Устный опрос, презентация
5	4	10	Анализ качества и соответствия построенной 3D геомодели исходным данным.	Устный опрос, презентация, анализ результатов
6	5	10	Построение 3D модели пористости и проницаемости с привлечением всей имеющейся априорной и косвенной информации.	Устный опрос, презентация, тест
7	5	16	Анализ точности и адекватности созданной трёхмерной геологической модели. Обоснование по возможности её дальнейшего уточнения и использования.	Устный опрос, анализ результатов, отчет, презентация
Итого:		96		

### 6. Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Стохастические и детерминистические методы построения литофациальной модели. Их основные характеристики, плюсы и минусы
2. Определение понятия «трехмерная геологическая сетка». Основные типы трехмерных сеток. В чем их основные различия? Понятие вертикального и горизонтального разрешения трехмерной геологической сетки.
3. Понятие концептуальной модели. Основные данные, используемые для её построения. Роль концептуальной модели в трёхмерном геологическом моделировании.

4. Понятие и возможности геостатистики. Критерии стационарности (статистической однородности) случайной переменной. Основные характеристики вариограммы.

5. Основные методы построения фациальной модели. Виды информации, используемой для её построения. Контроль качества 3D фациальной модели.

6. Детерминированное и стохастическое моделирование. Основные преимущества стохастического моделирования.

7. Роль флюидной модели при геологическом 3D моделировании. Понятие переходной зоны и методы её моделирования.

8. Исходные данные и методы построения трёхмерных параметров ФЕС (кубов пористости, проницаемости и нефтенасыщенности)

9. Обоснование вертикальных и горизонтальных размеров сетки. Виды вертикального строения трехмерных сеток.

10. Основные виды трендов, используемых при создании литофациальной модели. Информативность каждого тренда.

## 7. Оценка результатов освоения дисциплины

7.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения в соответствии с планируемыми результатами обучения

Оценка	Критерии оценки
«Зачтено»	Аспирант демонстрирует, что глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения заданий
	Аспирант твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при выполнении заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения
	Аспирант имеет знания основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении заданий
«Не зачтено»	Аспирант показывает не знание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными



	навыками анализа явлений, процессов; демонстрирует неумение давать аргументированные ответы, отсутствие логики в ответе и последовательности выполнения заданий; допускает серьезные ошибки в содержании ответа; показывает не знание современной проблематики изучаемой области
--	--

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

8.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Система поддержки учебного процесса EDUCON <http://educon.tsogu.ru>
2. Электронная библиотечная система <http://elib.tyuiu.ru/>
- 3 Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) <http://www.rupto.ru/>
- 4 Библиотека ГОСТов и нормативных документов <http://gostexpert.ru/>

8.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства.

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Windows 10
3. TNavigator
4. RMS

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины/модуля	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины/модуля (демонстрационное оборудование)
1	Учебная мебель: столы, стулья. Моноблок - 1 шт., стол компьютерный - 1 шт.	Проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт., передвижная магнитно-маркерная доска - 1 шт. RMS, TNavigator

## 10. Методические указания по организации СРО

аспирантов научной специальности 1.6.11 Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений - Тюмень: ТИУ, 2022. - 30 с.

## КАРТА

### обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина «Геологическое 3D моделирование»

Научная специальность 1.6.11 Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент аспирантов, использующих указанную литературу	Обеспеченность аспирантов литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Основы трехмерного цифрового геологического моделирования [Текст]: учебное пособие / К. В. Абабков [и др.]; ТюмГНГУ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Уфа : Нефтегазовое дело, 2010. - 199 с	17Р	5	100	-
2	<b>Методика построения трехмерной геологической модели</b> Методические указания для лабораторных работ по дисциплинами "Геологическое 3D моделирование" для студентов специальности 130101.65 "Прикладная геология", "Моделирование разработки эксплуатации нефтяных и газовых месторождений" для студентов направления 130503.65 "Нефтегазовое дело", "Технология построения геологических моделей нефтегазовых объектов" для студентов направления 230400.62 "Информационные системы и технологии" всех форм обучения / ТюмГНГУ; сост.: А. А. Забоева, В. А. Белкина. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. - 41 с.	6+ЭР	5	100	+
3	<b>Основы геологического моделирования</b> [Текст]: учебное пособие для студентов и магистров вузов, обучающихся по направлению 21.04.01 "Нефтегазовое дело", и аспирантов направлений 21.06.01 "Геология, разведка и разработка полезных ископаемых" и 25.00.2 "Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений". Ч. 1 / В. А. Белкина [и др.]; ТюмГНГУ. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. - 167 с.: ил., карты. - Библиогр.: с. 158.	9	5	100	+