

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

КАФЕДРА ГЕОЛОГИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель направления
подготовки

А.Р. Курчиков

« 31 » 09 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина «Геологическое 3D моделирование»

Направление: 05.06.01 «Науки о Земле»

Направленность: «**Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых**»

Квалификация Исследователь. Преподаватель - исследователь

Форма обучения: очная/заочная

Курс 3/3

Семестр: 5/6

Аудиторные занятия 32/18 час, в т.ч.:

лекции – 16/10 час.

практические занятия – 16/8 час.

лабораторные занятия - не предусмотрены.

Самостоятельная работа - 40/54 часа, в т.ч.:

Контроль – /4 час.

Вид промежуточной аттестации:

Зачет - 3/4

Общая трудоемкость – 72/2 (часов, зач. ед.)


Тюмень, 2020 г.

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 870 от 30 июля 2014 г.

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры «Геология месторождений нефти и газа»
Протокол № 12 от «07» июля 2020 г.

Заведующий кафедрой ГНГ  А.Р. Курчиков

СОГЛАСОВАНО:

руководитель направления подготовки  А. Р. Курчиков

«31» августа 2020 г.

Рабочую программу разработал:
В.А. Белкина, к. ф.-м.н. доцент каф. ГНГ



Цели и задачи дисциплины:

Цель изучения:

Изучение теоретических основ и приобретения навыков практической работы построения двухмерных и трёхмерных геологических моделей и оценки их адекватности.

Решение всех геологических задач: оценка запасов, обоснование проектов разработки, контроль и управление разработкой осуществляется на основе геологических моделей..

Задачи изучения дисциплины:

- усвоение 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.

Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Геологическое 3D моделирование» относится к вариативной части, блок «Дисциплины по выбору аспиранта, отражающие направленность» (Б1.В.ДВ.03.01).

В ходе освоения дисциплины «Геологическое 3D моделирование» аспирант продолжает освоение методов комплексирования разнородной и разноточной информации, используемой при построении 3D модели, детерминистских и стохастических алгоритмов моделирования, способов проверки точности моделей, что позволяет уточнить геологическое строение месторождений и обосновать основные показатели необходимые для подсчета запасов, а также создать основу для построения гидродинамической модели.

Для освоения данной дисциплины необходимы «входные» знания и умения, полученные в процессе обучения по программе специалитета (курсы «Геология», «Петрография и нефтегазовая литология», «Компьютерные технологии»).

Изучение дисциплины будет способствовать повышению точности геологических моделей залежей нефти и газа и повышению эффективности решения задач на их основе, а значит, в конечном итоге повышению эффективности их разработки. Знания по дисциплине «Геологическое 3D моделирование» для подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Геологическое 3D моделирование» направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

мер/индекс компетен-	Содержание компетенции или ее части	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны		
		знать	уметь	владеть
ПК-3	Способность, используя высокую теоретическую и математическую подготовку, а также подготовку по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических процессов (в соответствии с направленностью), быстро реализовывать научные достижения, а также использовать современный аппарат математического моделирования при решении прикладных научных задач.	основы математического моделирования, методы построения математических моделей для решения прикладных научных задач; методы комплексования разнородной и разной точности геологической информации (прямой, априорной и косвенной); современные алгоритмы построения геологических моделей (методы интерполяции, аппроксимации), критерии анализа точности моделей, современные программные комплексы как отечественного, так и зарубежного исполнения.	использовать современный аппарат математического моделирования при решении поставленных научных задач; самостоятельно анализировать и обобщать фактические данные: ГИС, РИГИС, исследования пород, флюидов; формировать презентативные (представительные) наборы данных, графически изображать различные генетические типы скоплений нефти и газа; формализовать априорную информацию	владеть математической подготовкой, теоретическими, методическими и алгоритмическими основами создания новейших технологических процессов, позволяющих быстро реализовывать научные достижения; программными комплексами геологического моделирования залежей УВ, навыками построения геологических двухмерных и трёхмерных моделей с привлечением всей имеющейся априорной и косвенной информации (трёхмерная модель включает в себя концептуальную седиментологическую и тектоническую, структурную, фильтрационно-емкостных свойств и насыщения) контроля и анализа точности построенной геологической модели
ПК-4	Способность обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющегося мирового опыта, представлять результаты работы, обосновывать предложенные решения на высоком научно-техническом профессиональном уровне (в соответствии с направленностью))	теоретические и практические основы обработки полученных результатов, способы их анализа	обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющегося мирового опыта, представлять результаты работы, обосновывать предложенные решения на высоком научно-техническом и профессиональном уровне	методами обработки, анализа геолого-геофизической информации на высоком научно-техническом и профессиональном уровне
ПК-5	Способность выполнять наукоемкие разработки в области создания новых технологий включая моделирование систем и процес-	современные методы моделирования систем и процессов, основы автоматизации научных исследований	выполнять наукоемкие разработки в области создания новых технологий, применять математические методы для моделирования	навыками моделирования систем и процессов, автоматизации научных исследований

сов, автоматизацию научных исследований (в соответствии с направленностью)		систем и процессов	
--	--	--------------------	--

Содержание дисциплины
Содержание разделов и тем дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	Задачи геологического 3D моделирования	Основные понятия и задачи геологического 3D моделирования, виды и типы используемой информации. Этапность создания 3D геологической модели. Создание концептуальной модели, состоящей из седиментологической и тектонической компонент.
2.	Построение структурно - стратиграфического каркаса	Построение структурно - стратиграфического каркаса. Особенности построения стратиграфических поверхностей, поверхностей ВНК, включения тектонических составляющих. Виды 3D цифровых сеток и способы их создания.
3.	Методы построения сеточных моделей	Постановка задачи интерполяции. Интерполяционные методы построения сеточных моделей. 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	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	Обоснование априорной и косвенной информации и алгоритмов для каждого из кубов: пористости, насыщенности, проницаемости, построение этих 3D геомodelей (для гидродинамической модели). Анализ качества и соответствия каждого из построенных 3D геомodelей исходным данным. Приближенность геологических моделей, причины и последствия. Итерационность процесса моделирования.

Разделы (модули), темы дисциплин и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Лекц., час.	Практ. зан., час.	Лаб. зан., час.	Семинары, час	Самостоятельная работа, час.	Всего, час.
1	Задачи геологического 3D моделирования	1/1	-/-			2/2	3/3

2	Построение структурно - стратиграфического каркаса	3/1	3/2			4/8	10/11
3	Методы построения сеточных моделей	3/2	3/2			4/8	10/12
4	Анализ анизотропии распространения литофаций	4/3	4/2			14/18	22/23
5	Обоснование априорной и косвенной информации и алгоритмов	5/3	6/2			16/18	26/23
	Итого	16/10	16/8	-	-	40/54	72/72

Перечень тем лекционных занятий

Таблица 4

№ раздела	№ темы	Наименование лекции	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Методы преподавания
1	2	3	4	5	6
1	1	Основные понятия и задачи геологического 3D моделирования, виды и типы используемой информации. Этапность создания 3D геологической модели. Создание концептуальной модели, состоящей из седиментологической и тектонической компонент.	1/1	ПК-3 ПК-4 ПК-5	лекция-диалог
2	2	Построение структурно - стратиграфического каркаса. Особенности построения стратиграфических поверхностей, поверхностей ВНК, включения тектонических составляющих. Виды 3D цифровых сеток и способы их создания.	3/1		лекция-визуализация
3	3	Постановка задачи интерполяции. Интерполяционные методы построения сеточных моделей. 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.	3/2		лекция-диалог
4	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.	4/3		лекция-визуализация
5	5	Обоснование априорной и косвенной ин-	5/3		лекция-

		формации и алгоритмов для каждого из кубов: пористости, насыщенности, проницаемости, построение этих 3D геомodelей (для гидродинамической модели). Анализ качества и соответствия каждого из построенных 3D геомodelей исходным данным. Приближённость геологических моделей, причины и последствия. Итерационность процесса моделирования.			диалог
Итого:			16/10		16/10

Перечень семинарских, практических занятий и/или лабораторных работ

Таблица 5

№ п/п	№ темы	Темы семинаров, практических работ	Трудо-емкость (час.)	Формируемые компетенции	Методы преподавания
1	2	3	4	5	6
1.	2.	Построение структурно - стратиграфического каркаса	3/2	ПК-3 ПК-4 ПК-5	работа на ПК
2.	3.	Методы построения сеточных моделей	3/2		работа на ПК
3.	4.	Анализ анизотропии распространения литофаций	4/2		работа на ПК
4.	5.	Обоснование априорной и косвенной информации и алгоритмов	6/2		работа на ПК
Итого:			16/8		

Перечень тем самостоятельной работы

Таблица 6

№ п/п	№ раздела (модуля) и темы	Наименование темы	Трудо-емкость (час.)	Виды контроля	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	1, 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.	3/5	Устный опрос, анализ точности информации	ПК-3 ПК-4 ПК-5
2	2	Построение карт, описывающих структурно - стратиграфический каркас конкретной залежи. Обоснование	3/5	Устный опрос, анализ резуль-	

		вида и создание трёхмерной цифровой сетки.		татов	
3	3	Изучение методов и аппроксимации, используемых при создании цифровых моделей залежи. Оценка их точности и область использования.	4/8	Устный опрос, реферат	
4	4	Анализ анизотропии распространения литофаций в изучаемой залежи. Обоснование числа и видов трендов и алгоритма моделирования. Построение 3D модели литофаций стохастическим методом.	7/9	Устный опрос, презентация	
5	4	Анализ качества и соответствия построенной 3D геомодели исходным данным.	7/9	Устный опрос, презентация	
6	5	Построение 3D модели пористости и проницаемости с привлечением всей имеющейся априорной и косвенной информации.	8/8	Устный опрос, презентация, анализ результатов	
7	5	Анализ точности и адекватности созданной трёхмерной геологической модели. Обоснование по возможности её дальнейшего уточнения и использования.	8/10	Устный опрос, презентация, реферат	
		Всего часов:	40/54		

Тематика курсовых работ (проектов)-
курсовые работы учебным планом не предусмотрены

Оценка результатов освоения учебной дисциплины

Текущий контроль осуществляется в виде устных и письменных опросов, просмотра результатов моделирования в ПК.

Промежуточный контроль в виде зачета.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

1. Обоснование выбора залежи для построения 3D геологической модели.
2. Перечень эмпирической информации, используемой для создания трёхмерной модели.
3. Обоснование выбора прикладного пакета моделирования.
4. Перечень априорной и косвенной информации, привлечённой для создания модели, описание её полноты или неполноты.
5. В какой последовательности происходит загрузка исходных данных?
6. Опишите структуру файла Wellhead.
7. Какую основную информацию должен содержать файл, описывающий траекторию скважины?
8. Какая информация содержится в файлах типа .las?

9. Перечислите перечень дополнительной (априорной и косвенной) информации, используемой для создания концептуальной модели.
10. Перечислите перечень дополнительной (априорной и косвенной) информации, используемой для создания седиментационной модели.
11. Описание модели в проекте.
12. Загрузка информации в проект: скважинных данных, данных сейсмоки, информации об устьях скважин, данных инклинометрии, результатов интерпретации ГИС (РИ-ГИС), т. е. файлов с расширением *.las.
13. Обоснование и создание трёхмерной сетки.
14. Составление геологического разреза месторождения.
15. Методы создания структурных карт.
16. Построение структурной карты кровли методом схождения.
17. Оценить качество и адекватность построенной структурной поверхности по значениям разности модельной поверхности горизонта и скважинными отбивками.
18. Построить карту изопахит (толщин) по предварительно рассчитанным значениям общих толщин в скважинах.
19. Обосновать способ и построить структурную поверхность подошвы пласта. Проанализировать преимущества выбранного метода.
20. Составление карт изопахит неоднородных пластов.
21. Построить гистограммы распределения невязок построенных карт по стратиграфическим кровле и подошве пласта. На основе этих гистограмм провести анализ точности и адекватности построенной двумерной модели пласта.
22. Перечислить основные этапы создания структурной модели.
23. Привести основные критерии выбора разломов для включения в структурную модель.
24. Перечислите основные элементы структурного каркаса для модели, состоящей из двух пластов, разделённых глинистой перемычкой.
25. Какими способами можно построить структурную карту подошвы? Проведите сравнительный анализ этих методов с точки зрения точности построения структурной карты подошвы.
26. Что можно использовать в качестве тренда/трендов при построении структурной карты подошвы?
27. Что даёт использование трендов при построении структурного каркаса?
28. Карты, характеризующие строение продуктивных пластов.
30. Определение понятия «трехмерная сетка».
31. Перечислить основные типы трехмерных сеток. В чем их основные различия?
32. Перечислить виды вертикального строения трехмерных сеток.
33. Обосновать необходимость поворота трехмерной сетки.
34. От каких факторов зависят размеры сетки по X и Y?
35. От каких факторов зависят размер сетки по Z?
36. В чем основное различие между дискретными и непрерывными геологическими параметрами? Привести примеры геологических параметров и указать их тип.
37. Опишите принцип осреднения дискретных параметров на трехмерную сетку.
38. Опишите принцип осреднения непрерывных параметров на трехмерную сетку.
39. Перечислить весь перечень исходной информации, используемой для создания литофациальной 3D модели (ЛФМ).
40. Классификация алгоритмов трехмерного геологического моделирования. Назвать достоинства и недостатки каждой из групп. Привести примеры алгоритмов из каждой группы.
41. Перечислить основные виды трендов, используемых при создании ЛФМ.
42. Перечислить двумерные тренды, используемые при создании ЛФМ.
43. Перечислить трёхмерные тренды, используемые при создании ЛФМ.

44. Перечислить одномерные тренды, используемые при создании ЛФМ.
45. Каковы основные особенности детерминистских методов построения трёхмерных ГМ?
46. Каковы основные особенности стохастических методов построения трёхмерных ГМ?
47. Основные различия детерминистских и стохастических методов моделирования.
48. Перечислить весь перечень исходной и косвенной информации, используемой для создания модели пористости.
49. Перечислить весь перечень исходной и косвенной информации, используемой для создания модели проницаемости.
50. Алгоритм построения трёхмерной модели проницаемости.
51. Форматы LAS.
52. Задание многослойной геологической модели.
53. Источники определения флюидальных контактов.
54. Алгоритмы построения трёхмерной флюидальной модели.
55. Виды флюидальных контактов.
56. Характеристики зон: предельного нефтенасыщения, переходной нефтенасыщенности и остаточной нефтенасыщенности.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронный каталог/Электронная библиотека Тюменского индустриального университета <http://webirbis.tsogu.ru/>
2. Электронный каталог/Электронная библиотека Тюменского индустриального университета <http://webirbis.tsogu.ru/>
3. Ресурсы научно-технической библиотеки ФГБОУ ВО «УГТУ» и ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» <http://lib.ugtu.net/books>
4. Консультант студента «Электронная библиотека технического ВУЗа» <http://www.studentlibrary.ru> (ООО «Политехресурс»)
5. ЭБС IPRbooks с ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа» <http://www.iprbookshop.ru/>
6. ЭБС «Издательство ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com>
7. ЭБС ВООК.ru (ООО «КноРус медиа») <https://www.book.ru>
8. Образовательная платформа (ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ») www.biblio-online.ru, www.urait.ru
9. Доступ к объектам Национальной электронной библиотеки

Программное обеспечение

1. Microsoft Windows
2. Microsoft Office Professional Plus
3. Пакет ПО компании Roxar для моделирования нефтегазовых месторождений

КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ УЧЕБНОЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

Учебная дисциплина: «Геологическое 3D моделирование»

Форма обучения: очная (3 года)/ заочная (4 года)

Кафедра ГНГ

очная/заочная : 3/4 семестр

Код, направление подготовки: 05.06.01 – Науки о Земле

1. Фактическая обеспеченность дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Учебная, учебно-методическая литература по рабочей программе	Название учебной и учебно-методической литературы, автор, издательство	Год издания	Вид издания	Вид занятий	Кол-во экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Место хранения	Наличие эл. варианта в электронно-библиотечной системе ТюмГНГУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основная	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. :	2010	УП	Л	17	4	100	БИК	-
Дополнительная	Методика построения трехмерной геологической модели [Текст] : методические указания для лабораторных работ по дисциплинам "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.	2013	МУ	Л	6	4	100	БИК	+

Заведующий кафедрой ГНГ  В. Курчиков

Директор БИК  Д.Х. Кнюкова

 А.Е. Евшинина

31 августа 2020г.

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Коллекция кернa из окружного кернохранилища ХМАО.
2. Субширотный геологический разрез мезозойских отложений Западной Сибири.
3. Тектоническая карта Западно-Сибирской плиты (2009г.).
4. Структурная карта по подошве Баженовской свиты и её возрастных аналогов (2009г.)
5. Карта нефтегеологического районирования территории ХМАО (2002 г.).
6. Обзорная карта месторождений Ханты-Мансийского автономного округа (2003 г.).
7. Компьютерный класс.
8. Светостол.
9. Лаборатория компьютерных технологий решения геолого-промысловых задач.
10. Мультимедийная аудитория