

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры «Цифровые
технологии
в петрофизике»
протокол № 4 от «14» мая 2019 г.

Согласовано:
Председатель УМК Физико-технического
института

 / Балапанов М.Х.

И.о. зав. кафедрой  Низаева И.Г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Цифровое моделирование месторождений

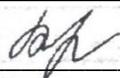
Дисциплина по выбору

Программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)
05.04.01 Геология

Направленность (профиль) подготовки:
Цифровые технологии в петрофизике

Квалификация
Магистр

Разработчик (составитель) Ассистент (должность, ученая степень, ученое звание)	 / <u>Бурумбаева М.Д.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
--	---

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019 г.

Составитель/составители: Бурумбаева М.Д.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры «Цифровые технологии в петрофизике» протокол № 4 от «14» мая 2019 г.

И.о. зав. кафедрой

 /Низаева И.Г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

И.о. зав. кафедрой

_____ /Низаева И.Г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

И.о. зав. кафедрой

_____ /Низаева И.Г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

И.о. зав. кафедрой

_____ /Низаева И.Г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

И.о. зав. кафедрой

_____ /Низаева И.Г.

Список документов и материалов

1.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2.	Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3.	Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4.	Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
5.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	19
5.1	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	19
5.2	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	19
6.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	20
	Приложение 1	22

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать основы геологии нефти и газа Знать основные требования к построению цифровых моделей месторождений Знать методы построения литолого-петрофизической модели Знать основы подсчета запасов месторождений нефти и газа	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1)	
	Знать возможности программного пакета Irap RMS ROXAR	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ПК-3)	
Умения	Уметь загружать исходные данные, необходимые для моделирования месторождения Уметь строить литолого-петрофизическую модель месторождения Уметь проводить оценку запасов нефти и газа по модели	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1)	
	Уметь анализировать неопределенности при построении цифровой модели.	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ПК-3)	

Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть различными алгоритмами построения цифровых геологических моделей. Владеть навыками анализа и сопоставления исходной геолого-геофизической информации, необходимой для построения геологических моделей	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1)	
	Владеть навыками поэтапного построения цифровой геологической модели. Владеть навыками анализа неопределенностей при анализе исходных данных и результатов построения цифровой геологической модели.	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ПК-3)	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Цифровое моделирование месторождений» относится к *вариативной* части и входит в модуль «Дисциплины специализации».

Дисциплина изучается на 2 курсе в 2 семестре.

Целью учебной дисциплины является формирование у студентов практического умения создания геологической модели и работы с ней.

Специалисты данного профиля совместно с технологами – горными инженерами нефтепромысловой специальности, способствуют обеспечению высокого научно-технического уровня разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, направленного на достижение высокой выработки запасов нефти при соблюдении условий охраны недр и окружающей среды.

«Цифровое моделирование месторождений» посвящено построению цифровых моделей нефтегазовых месторождений. Она необходима для подготовки магистрантов к внедрению инновационных наукоемких технологий на производстве.

В процессе обучения данной дисциплине магистрант приобретает знания и умения по построению цифровых моделей месторождений при помощи пакета программ IRAP RMS фирмы ROXAR, их анализа, адаптации и на основании модели прогнозировать показатели разработки.

Данный курс способствует формированию инновационного мировоззрения магистранта.

В процессе обучения магистранту прививается понимание эффективности использования компьютеров для автоматизации решения практических задач и важности роли информационных технологий в современном производстве.

Построение моделей месторождения нефти и газа – интенсивно развивающаяся область науки, комплексно использующая основные достижения физики, математики и геологии.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, предварительно сформированные в рамках изучения следующих дисциплин и модулей: «Геологическое моделирование

нефтегазовых месторождений», «Общая геология», «Алгоритмы и системы автоматизированной обработки данных разведочной геофизики».

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции **ПК-1**

– способностью формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (начальный уровень)	Знать основы геологии нефти и газа Знать основные требования к построению цифровых моделей месторождений Знать методы построения литолого-петрофизической модели Знать основы подсчета запасов месторождений нефти и газа	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Уметь загружать исходные данные, необходимые для моделирования месторождения Уметь строить литолого-петрофизическую модель месторождения	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве

	Уметь проводить оценку запасов нефти и газа по модели				
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть различными алгоритмами построения цифровых геологических моделей. Владеть навыками анализа и сопоставления исходной геолого-геофизической информации, необходимой для построения геологических моделей	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

Код и формулировка компетенции ПК-3

– способностью создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (начальный уровень)	Знать возможности программного пакета Igar RMS ROXAR	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Уметь анализировать неопределенности при построении цифровой модели.	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть навыками поэтапного построения цифровой геологической модели. Владеть навыками анализа	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

	неопределенностей при анализе исходных данных и результатов построения цифровой геологической модели.				
--	---	--	--	--	--

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основы геологии нефти и газа Знать основные требования к построению цифровых моделей месторождений Знать методы построения литолого-петрофизической модели Знать основы подсчета запасов месторождений нефти и газа	ПК-1	Контрольная работа Экзамен
	Знать возможности программного пакета Igar RMS ROXAR	ПК-3	
2-й этап Умения	Уметь загружать исходные данные, необходимые для моделирования месторождения Уметь строить литолого-петрофизическую модель месторождения Уметь проводить оценку запасов нефти и газа по модели	ПК-1	Контрольная работа Экзамен
	Уметь анализировать неопределенности при построении цифровой модели.	ПК-3	
3-й этап Владеть навыками)	Владеть различными алгоритмами построения цифровых геологических моделей. Владеть навыками анализа и сопоставления исходной геолого-геофизической информации, необходимой для построения геологических моделей	ПК-1	Контрольная работа Экзамен
	Владеть навыками поэтапного построения цифровой геологической модели. Владеть навыками анализа неопределенностей при анализе исходных данных и результатов построения цифровой геологической модели.	ПК-3	

Пример задания для письменного тестирования

Описание теста:

Тестирование состоит из сорока семи теоретических вопросов. Время выполнения теста 90 минут.

1. Если построить стандартным инструментом (Mapping) структурную поверхность по 4 точкам (P1[0,0,0,], P2[1000,0,0], P3[1000,1000,0], P4[0,1000,0]) с инкрементом 50x50 метров, то площадь данной поверхности по инструменту Statistics (Projected area) составит:
 - а) 1000 тыс. м2
 - б) ~ 1050 тыс. м2
 - в) ~ 1100 тыс. м3
 - г) 1000 тыс. м3

2. Классическая технология Fault modelling («пиларная» технология разломов):
 - а) не позволяет строить разломы переменного знака амплитуды
 - б) не позволяет строить сбросовые нарушения
 - в) не позволяет строить надвиговые нарушения
 - г) нет верного ответа

3. Возможно ли в рамках единого множества well picks для одной и той же скважины для одного и того же горизонта завести более, чем одно пластопересечение (с заданием разных глубин):
 - а) возможно
 - б) невозможно
 - в) только с введением дополнительного префикса в имя маркера
 - г) только с введением дополнительного префикса в имя скважины

4. Возможно ли удалить скважину из проекта, но сохранить объекты Well picks сопряженные с ней (ранее рассчитанные):
 - а) возможно
 - б) только в составе нового Well Picks Set
 - в) только в составе текущего Well Picks Set
 - г) невозможно

5. При переименовании скважины объекты Well picks сопряженные с ней:
 - а) удаляются
 - б) автоматически переименовываются
 - в) сохраняются со старым именем скважины
 - г) сохраняются, но теряют привязку к скважине

6. Основным преимуществом технологии Structural models является:
 - а) возможность учета тектонических нарушений
 - б) возможность учета горизонтальных скважин
 - в) поддерживается несколько z-отметок для одной поверхности
 - г) у технологии нет существенных преимуществ (комплексная обновленная версия ранее существующих инструментов)

7. При формировании Block wells по вертикальным и наклонным скважинам (с полным вскрытием), при увязке по кривой стратиграфических интервалов (Zone log) следует использовать:

- a) Normal scale up
 - б) Scale up biased to grid zones
 - в) Shift and scale logs to match grid zones
 - г) Любой из указанных выше вариантов
8. При формировании Block wells по недовскрытым скважинам, при увязке по кривой стратиграфических интервалов (Zone log) следует использовать:
- a) Normal scale up
 - б) Scale up biased to grid zones
 - в) Shift and scale logs to match grid zones
 - г) Любой из указанных выше вариантов
9. При гистограммном анализе корректности переноса кривой Кп в Block wells для результирующей кривой в Block wells следует использовать в качестве весового параметра:
- а) dZ (толщина ячейки)
 - б) dS (площадь ячейки)
 - в) dVp (поровый объем ячейки)
 - г) нет необходимости в задании весового атрибута
10. При импорте файлов инклинометрии какой из перечисленных способов можно использовать:
- а) магнитный азимут, X, Y
 - б) географический азимут, зенитный угол, альтитуда
 - в) измеренная глубина, географический азимут, зенитный угол
 - г) альтитуда, X (east), Y (north), абсолютная отметка
11. В какой вкладке настраивается стратиграфическое расположение горизонтов:
- а) Horizon mapping
 - б) Stratigraphic framework
 - в) Stratigraphic modelling
 - г) Isochore mapping
12. Что входит в файл устьев по скважинам для загрузки инклинометрий помимо названия скважин:
- а) магнитный азимут, X, Y
 - б) географический азимут, зенитный угол, альтитуда
 - в) измеренная глубина, географический азимут, зенитный угол
 - г) X (east), Y (north), альтитуда
13. Можно ли использовать пользовательский формат для загрузки линий, точек и поверхностей в проект:
- а) нет такой возможности
 - б) возможно
 - в) возможно только используя дополнительные скрипты
 - г) возможно только через Python
14. Можно ли добавлять типы данных в контейнер Horizons:
- а) нет такой возможности
 - б) возможно
 - в) возможно только используя дополнительные скрипты

- г) возможно только через Python
15. Можно ли создать отбивки по скважинам (Well picks) на основе кривой притока:
- а) нет такой возможности
 - б) возможно
 - в) возможно только используя дополнительные скрипты
 - г) возможно только через Python
16. Можно ли при построении структурной поверхности горизонта или пласта вводить корректировку на скважины (подтягивание под скважинные отметки):
- а) нет такой возможности
 - б) возможно
 - в) возможно только используя дополнительные скрипты
 - г) возможно только через Python
17. Какое максимальное допустимое расхождение по скважинным данным и поверхности:
- а) 0,5 м
 - б) 0,2 м
 - в) нет ограничений
 - г) 1 м
18. Каким образом рекомендуется отстраивать поверхность подошвы пласта, если есть кровля пласта:
- а) построение методом Крикинга
 - б) методом последовательного схождения от подошвы пласта через карты общих толщин
 - в) методом последовательного схождения от кровли пласта через карты общих толщин
 - г) используя трендовые поверхности
19. В каком формате можно загружать инклинометрии, если формат файла настраиваемый пользователем
- а) Las 2 or 1
 - б) User Defined
 - в) RMS well
 - г) такого формата нет
20. Какой разделитель между столбцами можно устанавливать при загрузке инклинометрии формата User Defined?
- а) Любой из Space, Tab, Comma, Semicolon
 - б) Только Tab
 - в) Только Space
 - г) только Comma
21. Что значит тип Interpreted horizon?
- а) Объект, поверхность которого строится на основании исходных данных с использованием алгоритмов картопостроения
 - б) Объект, характеризующий различные свойства зоны, толщина которого определяется соседними горизонтами

- в) Объект, поверхность которого строится методом схождения на основании скважинных данных относительно поверхностей интерпретированных горизонтов
- в) Объект, поверхность которого строится методом кросс-валидации на основании скважинных данных относительно поверхностей интерпретированных горизонтов
22. Что значит тип Isochore?
- а) Объект, поверхность которого строится на основании исходных данных с использованием алгоритмов картопостроения
- б) Объект, характеризующий различные свойства зоны, толщина которого определяется соседними горизонтами
- в) Объект, поверхность которого строится методом схождения на основании скважинных данных относительно поверхностей интерпретированных горизонтов
- в) Объект, поверхность которого строится методом кросс-валидации на основании скважинных данных относительно поверхностей интерпретированных горизонтов
23. Чем визуально отличается контейнер кривых, точек и поверхностей с пустыми данными от заполненных?
- а) Название контейнера курсивом и отображение значка серым цветом
- б) Нет отличия
- в) Только отображением значка контейнера серым цветом
- в) Контейнер выделен жирным шрифтом
24. Метод последовательного схождения в структурном моделировании говорит о том:
- а) Что последующая структурная поверхность будет получена путем прибавления карты общих толщин
- б) Что последующая структурная поверхность будет получена путем вычитания карты общих толщин
- в) Возможны оба варианта а и б
- г) Нет правильного ответа
25. Что такое Clipboard?
- а) Контейнер, где обязательно должны храниться только исходные данные
- б) Контейнер, где должны храниться только карты
- в) Контейнер, где могут храниться любые данные формата точек, поверхностей и линий, которые могут пригодиться в ходе работы
- г) Контейнер, где хранятся трехмерные кубы
26. 3D сетку можно задать по вертикали:
- а) Количеством слоев
- б) Толщиной ячейки
- в) Возможны оба варианта
- г) Нет правильного ответа
27. Можно ли настраивать угол поворота сетки?
- а) Да
- б) Нет
- в) Только в случае если сетки задана количеством слоев
- г) Только если количество неопределенных ячеек значительно превышает определенных
28. При создании осредненных скважинных данных используется панель:

- a) Log operations
 - б) Block Wells
 - в) Create from zone log
 - г) Well Log Editor/Calculator
29. Можно ли заменить осредненную кривую на обновленную при уже сформированных осредненных скважинных данных и не удалить ранее загруженную информацию?
- a) Да
 - б) Нет
 - в) Только если это дискретная кривая
 - г) Только с использованием скрипта Python
30. В каком случае все кривые сдвигаются и масштабируются так, чтобы они лежали в границах 3D сетки при несоответствии между кривой стратиграфии и подсетками?
- a) Normal scale up
 - б) Shift and scale logs to match grid zones
 - в) Scale up biased to grid zones
 - г) Любой из указанных выше вариантов
31. Parameter interpolation - это метод:
- a) Стохастического моделирования
 - б) Детерминистического моделирования
 - в) Стохастического и детерминистического моделирования
 - г) Такого не существует
32. Используя инструмент Parameter Interpolation можно задавать в качестве исходных:
- a) Только дискретные кривые
 - б) Только непрерывные кривые
 - в) Только дискретные кубы
 - г) Только непрерывные кубы
33. При детерминистической интерполяции можно ли проводить интерполяцию отдельно в каждом блоке разлома?
- a) Да
 - б) Нет
 - в) Только при интерполяции кривой литологии
 - г) Только если модель разлома была создана путем Structural modelling
34. Корректно ли рассчитывать параметр нефтенасыщенности, настраивая свои минимумы и максимумы по параметру нефтенасыщенности для каждой залежи по отдельности:
- a) Да
 - б) Нет
 - в) Только если минимум и максимум пористости задается также отдельно для каждой залежи
 - г) Да, если не используется «косимуляция»
35. Радиус интерполяции при детерминистическом моделировании говорит о том:
- a) Что это предельное расстояние, на котором две скважины похожи друг на друга
 - б) Это расстояние, в пределах которого алгоритм будет выдавать решение при наличии внутри него ячеек с осредненными скважинными данными

- в) Это расстояние, за пределами которого алгоритм выдает среднее значение
г) Это расстояние, за пределами две скважины похожи друг на друга
36. Дискретный параметр литологии можно получить:
- а) С помощью алгоритмов стохастического моделирования
 - б) С помощью панели Parameter calculator, пересчитав дискретный параметр литологии на основе непрерывного
 - в) Используя Petrophysical modelling, и в последствии используя панель Parameter calculator
 - г) Возможны все перечисленные варианты
37. Можно ли при детерминистической интерполяции задавать тренд?
- а) Только если использован режим интерполяции Horizontal
 - б) Только если использован режим интерполяции Vertical
 - в) Да
 - г) Нет
38. Какой тип поверхности необходимо использовать при создании карты толщин с 3D параметра?
- а) Sum surface
 - б) Isosurface
 - в) Netmap surface
 - г) Roxar text
39. Каким образом можно рассчитать куб объема для двух залежей с разным водо-нефтяным контактом
- а) Рассчитать по отдельности в каждой залежи, используя свои границы залежи и поверхность ВНК, а в последствии объединить в единый параметр Объема
 - б) Создать сразу поверхность ВНК с разными значениями для каждой залежи и использовать ее для получения куба Объема
 - в) Возможны оба перечисленных выше варианта
 - г) Нельзя создать единый куб Объема, учитывающий разные водо-нефтяные контакты
40. При проведении ремасштабирования ГМ на фильтрационную сетку для куба пористости следует задавать в качестве весового параметра:
- а) куб геометрического объема ячеек
 - б) куб эффективного объема ячеек
 - в) куб эффективного порового объема ячеек
 - г) куб коллектор-неколлектор
41. При проведении ремасштабирования ГМ на фильтрационную сетку для куба начальной нефтенасыщенности следует задавать в качестве весового параметра:
- а) куб геометрического объема ячеек
 - б) куб эффективного объема ячеек
 - в) куб эффективного порового объема ячеек
 - г) куб коллектор-неколлектор
42. Основные виды вероятностных математических моделей:
- а) Гаусса, индикаторная, объектная
 - б) Кожени-Кармена, степенная, обратно пропорциональная
 - в) Лоренца, полулогарифмическая, полиномиальная

- г) Сферическая, экспоненциальная, логарифмическая
43. При каком из нижеперечисленных методов моделирования не используются вариограммы:
- а) последовательное гауссовое
 - б) последовательное индикаторное
 - в) объектное моделирование
 - г) нет верного ответа
44. Метод объектного моделирования, в котором в явном виде можно указать геометрию, положение и сочетание для каждого геологического тела называется:
- а) Composite
 - б) Channels
 - в) Belts
 - г) SedSeis
45. Основные типы вариограмм:
- а) Бикубическая, полиномиальная, логарифмическая
 - б) Квазистационарная, вероятностная, трапециевидальная
 - в) Локальная, зональная, градиентная
 - г) Сферическая, экспоненциальная, гаусса
46. Является ли алгоритм построения поля пористости Petrophysical Modelling – Prediction стохастическим:
- а) Да
 - б) Нет
 - в) В зависимости от настроек трансформаций
 - г) Да, если не используется «косимуляция» с трендовым параметром
47. Является ли алгоритм построения поля пористости Petrophysical Modelling – Simulation стохастическим:
- а) Да
 - б) Нет
 - в) В зависимости от настроек трансформаций
 - г) Да, если не используется «косимуляция» с трендовым параметром

Описание методики оценивания вопросов тестирования:

- «отлично» выставляется студенту, если тестирование выполнено на 80-100%;
- «хорошо» выставляется студенту, если тестирование выполнено на 60-79%;
- «удовлетворительно» выставляется студенту, если тестирование выполнено на 40-59%;
- «неудовлетворительно» выставляется студенту, если тестирование выполнено на 0-39%.

Пример задания для контрольной работы

Описание контрольной работы №1:

Контрольная работа состоит из одного теоретического вопроса и одного практического задания. Время выполнения – 90 минут.

Пример варианта контрольной работы №1:

1. Месторождения нефти и газа, классификационные признаки, классификации месторождений по величине извлекаемых запасов нефти и геологических запасов газа и по сложности геологического строения.
2. Загрузка и анализ исходных данных по скважинам в проект построения модели. Выделение границ (пластопересечений) и корреляция.

Пример варианта контрольной работы №2:

1. Способы выделения фаций (литотипов) в скважинах, понятие критерия отсечения.
2. Построение множественных равновероятных реализаций. Выбор варианта P50.

Описание методики оценивания вопросов контрольных работ:

- «отлично» выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на теоретический вопрос и выполнил практическое задание без ошибок;
- «хорошо» выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретический вопрос, однако допущены неточности в определениях, и выполнил практическое задание;
- «удовлетворительно» выставляется студенту, если при ответе на теоретический вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, и практическое задание выполнено с ошибками;
- «неудовлетворительно» выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов, и не выполнено практическое задание.

Оценочные средства для экзамена

Описание проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме. Время выполнения 90 минут. При проведении экзамена студенту задается один теоретический вопрос и одно практическое задание, по результатам ответов на которые оценивается освоение им компетенций в рамках изучаемой дисциплины.

Образец экзаменационного билета:

Билет № 13

1. Методы подсчета запасов нефти, их сущность.
2. Выделить литотипы и рассчитать петрофизические параметры в скважинах.

Примеры вопросов для экзамена

1. Месторождения нефти и газа, классификационные признаки, классификации месторождений по величине извлекаемых запасов нефти и геологических запасов газа и по сложности геологического строения.
2. Геологические и извлекаемые запасы, их сущность.
3. Методы подсчета запасов нефти, их сущность.
4. Основные возможности и ограничения геостатистического моделирования
5. Основные алгоритмы моделирования пространственных данных.
6. Основные элементы вариограммы и их влияние на стохастическое распределение моделируемых свойств
7. Пиксельное моделирование, сущность метода, виды пиксельного моделирования и их отличия
8. Основные методы фациального моделирования и особенности их применения.

9. Методы и основные принципы моделирования свойств с контролирующим параметром.
10. Основные этапы построения геологической модели.
11. Построение структурной сетки (грида), виды сеток, критерии влияющие на выбор размерности и ориентации ячеек в геологической модели.
12. Виды исходных данных для построения геологической модели, примеры комплексного использования данных различного масштаба.
13. Способы выделения фаций (литотипов) в скважинах, понятие критерия отсечения.
14. Виды аналогий, способы их использования при построении геологической модели.
15. Основные источники неопределенностей при подсчете запасов и построении геологической модели.
16. Принципы оценки и ранжирования неопределенностей при подсчете запасов и построении геологической модели.

Примеры практических заданий для экзамена

1. Построение и анализ вариограмм. Сопоставление вариограмм с исходными данными. Выбор алгоритмов моделирования.
2. Загрузка и анализ исходных данных по скважинам в проект построения модели. Выделение границ (пластопересечений) и корреляция.
3. Загрузка и увязка структурных поверхностей. Корректировка поверхностей с учетом пластопересечений в скважинах. Построение и анализ карт общих толщин.
4. Выделение литотипов и расчет петрофизических параметров в скважинах.
5. Задание параметров геологической модели, построение структурного грида. Разбиение модели на слои (зоны).
6. Ремасштабирование свойств на ячейки модели в скважинах. Проверка сходимости данных после ремасштабирования с исходными значениями.
7. Дата-анализ (подготовка и анализ данных для фациального и петрофизического моделирования).
8. Фациальное моделирование с использованием стохастических алгоритмов. Анализ полученных результатов. Построение карт эффективных толщин. Проверка сходимости гистограмм распределения свойств и средних значений в целом по модели/в ячейках по скважинам/в исходных кривых.
9. Моделирование песчаности. Построение карт песчаности.
10. Петрофизическое моделирование (пористость, проницаемость). Построение карт средних значений параметров. Проверка сходимости гистограмм распределения свойств и средних значений в целом по модели/в ячейках по скважинам/в исходных кривых.
11. Моделирование с использованием заданных трендов.
12. Задание насыщения в модели с использованием рассчитанного положения зеркала свободной воды и данных капилляриметрии. Построение карт нефтенасыщенности.
13. Подсчет запасов в модели. Построение карт плотности запасов.
14. Построение множественных равновероятных реализаций. Выбор варианта P50.
15. Анализ неопределенностей в модели.

Критерии оценивания ответа на экзамене:

- «отлично» выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответы на теоретический вопрос и выполнил практическое задание без ошибок;
- «хорошо» выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретический вопрос, однако допущены неточности в определениях, и выполнил практическое задание;

- «удовлетворительно» выставляется студенту, если при ответе на теоретический вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, и практическое задание выполнено с ошибками;
- «неудовлетворительно» выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов, и не выполнено практическое задание.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. RMS User guide. Руководство пользователя. Версия 2010. (сидит внутри программы).
2. Калинин, Э.В. Инженерно-геологические расчеты и моделирование [Электронный ресурс] : учебник / Э.В. Калинин. — Электрон. дан. — Москва : МГУ имени М.В.Ломоносова, 2006. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96179>. — Загл. с экрана.
3. Перевертайло, Т.Г. Основы геологического 3D-моделирования в ПК Petrel «Schlumberger» [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.Г. Перевертайло. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2017. — 112 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106749>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература

4. Геофизические исследования и работы в скважинах : в 7 т. / ОАО "Башнефтегеофизика"; редкол.: Я. Р. Адиев [и др.] .— Уфа : Информреклама, 2010. Т. 1: Промысловая геофизика / сост. Р. А. Валиуллин, Л. Е. Кнеллер .— 2010 .— 172 с. — Библиогр.: с. 165 .— Предм. указ. : с. 168 .— ISBN 978-5-904555-13-
5. Короновский, Николай Владимирович. Общая геология : учебник / Н. В. Короновский ; МГУ, Геологический факультет .— М : КДУ, 2006 .— 528 с. : ил. — Библиогр.: с. 521 .— ISBN 5-98227-075-X
6. ООО НПЦ "ГеоТЭК". Руководство пользователя. Прайм. Интегрированная система сбора, обработки, хранения ГИС [Электронный ресурс]. Редактирование данных ГИС .— Уфа, 2013 .— Электрон. версия печ. публикации .— Авторские права принадлежат к ООО НПЦ "ГеоТЭК" .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/read/PrimeRedact.pdf>>.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

А) Ресурсы Интернет

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» – <https://elib.bashedu.ru/>

2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ – <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Геологический портал «GeoKniga» <http://www.geokniga.org>
6. Сайт НТВ «Каротажник» <http://www.karotazhnik.ru/>

Б) Программное обеспечение

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
3. «IRAP RMS» (Roxar). Лицензия rms10_temp81_010219_academ1_newMAC License File For BГУ Created On: 16/Jan/2018.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 214 (физмат корпус-учебное)</p> <p>2. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 214 (физмат корпус-учебное)</p>	<p style="text-align: center;">Аудитория № 214</p> <p>1. Графическая станция DERO Race G535 SM/FX 6100 16GDDR – 10шт. 2. Мультимедийный проектор Vivitek DX255.DLP.XGA – 1шт. 3. Экран настенный Digis Optimal-C формат 1:1 – 1шт. 4. Учебная специализированная мебель, доска.</p>	<p>1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Гражданско-правовой договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии –бессрочно</p> <p>2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии –бессрочно</p> <p>3. «IRAP RMS» (Roxar). Лицензия rms10_temp81_010219_academ1_newMAC License File For BГУ Created On: 16/Jan/2018.</p>

3. помещения для самостоятельной работы: аудитория № 214 (физмат корпус-учебное).		
--	--	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Цифровое моделирование месторождений» на 2 семестр
Форма обучения очная

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	37.2
лекций	12
практических/ семинарских	24
лабораторных	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	52.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	54

Форма контроля: экзамен 2 семестр 2 курс

№ № п/ п	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1: Объекты, задачи и основы цифрового моделирования месторождений								
1	Основные методы геостатистического моделирования. Пиксельные алгоритмы, основанные на последовательном гауссовском (SGS), последовательном индикаторном (SIS) и усеченном гауссовом моделировании и их отличия. Объектное моделирование.	2	4		7	1,2,3,6	Отчет по практической работе	
2	Метод тренировочных снимков. Обусловленное моделирование. Вычисление вариограмм и определение параметров моделирования. Влияние параметров семивариограммы на результаты моделирования свойств..	2	4		7	1,2	Отчет по практической работе	Проверка выполнения задания во время занятия
3	Основные этапы построения моделей. Исходные данные для построения модели. Структурное моделирование. Корреляция.	2	4		7	1,2	Отчет по практической работе	Проверка выполнения задания во время занятия
4	Построение грида. Построение скважинной модели. Выделение петрофизических групп по керну. Литотипы. Выделение электрофаций. Значение критериев отсечения.	2	4		7	1,2	Отчет по практической работе	
5	Фациальное и петрофизическое моделирование в межскважинном пространстве. Использование аналогий в	2	3		8	1,2	Отчет по практической работе	Проверка выполнения

	геологическом моделировании. Переход к гидродинамической модели. Процедура апскейлинга							задания во время занятия
6	Анализ неопределенностей при построении геологических моделей. Основные источники неопределенности при построении геологических моделей.	1	3		8	1,2	Отчет по практической работе	Проверка выполнения задания во время занятия
7	Принципы оценки и ранжирования неопределенностей. Влияние исходных данных на итоговую неопределенность. Влияние структурных и стратиграфических построений. Выбор способа и параметров моделирования. Равновероятные реализации.	1	3		7.8	1,2	Отчет по практической работе	Проверка выполнения задания во время занятия
	Всего часов	12	24		51.8			Защита проекта 2

