

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
доцент Мардашов Д.В.

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки	21.04.01 Нефтегазовое дело
Направленность (профиль):	Разработка нефтяных месторождений
Квалификация выпускника:	магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	Ст. преподаватель Юдин Е.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «21.04.01 Нефтегазовое дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 97 от 09.02.2018 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «21.04.01 Нефтегазовое дело» направленность «Разработка нефтяных месторождений».

Составитель _____ к.ф.-м.н., ст.препод. Юдин Е.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений от «08» февраля 2022 г., протокол № 18.

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., доцент Мардашов Д.В.

Рабочая программа согласована:

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель – развитие у обучающихся практических навыков научного мышления, знаний, необходимых для понимания процессов, происходящих при геологическом и гидродинамическом моделировании месторождений нефти и газа, а также умение формировать методологические подходы при постановке и решении задач.

Основные задачи дисциплины:

- изучение базовых понятий и объектов математического моделирования в задачах нефтегазовой отрасли;
- освоение навыков математического описания закономерностей процессов, происходящих в нефтегазовой отрасли;
- освоение основных приемов решения практических задач по темам дисциплины.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «21.04.01 Нефтегазовое дело» и изучается в 1 семестре.

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

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи на основе фундаментальных знаний в нефтегазовой области	<i>ОПК-1</i>	ОПК-1.1. Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий ОПК-1.2. Использует фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач нефтегазового производства ОПК-1.3. Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций ОПК-1.4. Демонстрирует навыки использования современных инструментов и методов планирования и контроля проектов, связанных с осложнениями, возникающими при производстве работ
Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	<i>ОПК-4</i>	ОПК-4.1. Демонстрирует умение самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее ОПК-4.2. Анализирует внутреннюю логику научного знания ОПК-4.3. Анализирует комплекс современных проблем человека, науки и техники, общества и культуры ОПК-4.4. Обосновывает свою мировоззренческую и социальную позицию и применяет приобретенные знания в областях, не связанных с профессиональной деятельностью ОПК-4.5. Определяет основные направления развития ин-

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		новационных технологий в нефтегазовой отрасли ОПК-4.6. Оценивает инновационные риски ОПК-4.7. Владеет навыками разработки инновационных подходов в конкретных технологиях с помощью АРМ ОПК-4.8. Обрабатывает результаты научно-исследовательской, практической технической деятельности, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы
Способен использовать профессиональные программные комплексы в области математического и физического моделирования технологических процессов и объектов	<i>ПКС-4</i>	ПКС-4.1. Знает основные (наиболее распространенные) профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов ПКС-4.2. Разрабатывает физические, математические и компьютерные модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к процессу освоения месторождений, в том числе на континентальном шельфе ПКС-4.3. Имеет навыки работы с пакетами программ, позволяющих проводить математическое моделирование основных технологических процессов и технологий, применяемых при освоении месторождений, в том числе на континентальном шельфе, применении современных энерго-сберегающих технологий

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	51	51
Лекции (Л)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	51	51
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	57	57
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	16	16
Выполнение курсовой работы / проекта	20	20
Работа в библиотеке	3	3
Подготовка к зачету / дифф. зачету	18	18
Промежуточная аттестация - дифф. зачет (ДЗ), курсовая работа	-	ДЗ, КР
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены практические занятия, самостоятельная работа, выполнение курсовой работы.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа
Раздел 1 «Введение. Математическое моделирование в нефтяном инжиниринге»	11	-	4	-	7
Раздел 2 «Понятие интегрированной модели»	17	-	7	-	10
Раздел 3 «Иерархия моделей пласта»	20	-	10	-	10
Раздел 4 «Иерархия моделей скважины»	20	-	10	-	10
Раздел 5 «Модели инфраструктуры»	20	-	10	-	10
Раздел 6 «Интегрированная модель»	20	-	10	-	10
Итого:	108	-	51	-	57

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

Лекционных занятий не предусмотрено.

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Математическое моделирование в нефтяном инжиниринге	1
2.		Формулировка основных задач разработки месторождений и добычи. Связь между собой основных задач.	1
3.		Работа с рисками и проектный подход	1
4.		Основные свойства нефти, воды и породы	1
5.	Раздел 2	Схема нефтегазопромысла	1
6.		Модели основных технологических узлов	2
7.		Иерархия моделей	
8.		Понятие интегрированной модели	2
9.	Раздел 3	Узловой анализ	2
10.		Система уравнений однофазной фильтрации. Система уравнений многофазной фильтрации. Режимы работы пласта и скважины. Оценка коэффициента продуктивности на установившемся и псевдоустановившемся режимах.	2
		Материальный баланс и блочный материальный баланс. Основные формулы для описания неустановившегося режима работы скважины. Работа скважины в системе разработки на установившемся и псевдоустановившемся режиме. Понятие матрицы взаимных продуктивностей.	
11.		Емкостные модели для описания производительности многоскважинных систем.	2
12.	Метод граничных элементов для описания 2D фильтрации и	2	

		его связь с матрицей взаимных продуктивностей. Численное гидродинамическое моделирование и его ограничения.	
13.		Защита кейсов по темам «Выбор оптимальной системы разработки», «Подбор оптимального режима работы скважины на НУР», «Особенности подбора ГТМ»	2
14.	Раздел 4	Схема компоновки скважины. Способы механизированной добычи.	2
15.		Система уравнений гидродинамики однородных жидкостей и их упрощения в нефтяном инжиниринге. Система уравнений гидродинамики многофазных течений и их упрощения в нефтяном инжиниринге.	2
16.		Режимы течения и основные корреляции. VLP кривая, модель скважины, vfr таблица. Узловой анализ для системы «пласт-скважина»	2
17.		Обобщение узлового анализа «пласт-скважина» на нестационарный режим по пласту, квазистационарные модели. Обобщение узлового анализа «пласт-скважина» на многопластовый случай. Нестационарная и квазистационарная модель скважины	2
18.		Защита кейсов по темам «Реализация нестационарного узлового анализа системы «пласт-скважина», «Реализация узлового анализа для двухпластовой скважины», «Оптимизация работы периодического фонда»	2
19.	Раздел 5	Модель ограничений. Vfrтаблицы инфраструктуры	2
20.		Прокси интегрированные модели для оценки потенциала	2
21.		Стационарные модели инфраструктуры. Псевдостационарные модели на основе материального баланса.	2
22.		Нестационарные модели нефтесборной сети.	2
23.		Защита кейсов по темам «Оценка потенциала и корректировка производственной программы с учетом инфраструктуры», «обратная аллокация добычи»	2
24.	Раздел 6	Виды интегрированных моделей и задачи, которые они выполняют	2
25.		Решение задачи узлового анализа в интегрированной модели	2
26.		Гибридная интегрированная модель	2
27.		Защита кейса: «Оптимальное давление на первой ступени сепарации»	2
28.		Защита кейса: «Оптимальное отключение скважин по заданный уровень в рамках ОПЕК»	2
Итого:			51

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Темы курсовых работ / проектов
1.	Особенности фильтрации неньютоновских жидкостей. Моделирование притока к несовершенной скважине
2.	Расчёт фильтрационных сопротивлений, обусловленных несовершенством скважин и скин-эффектом

3.	Статические задачи конусообразования. Расчёт предельных дебитов и депрессий нефтяных скважин
4.	Статические задачи конусообразования. Расчёт предельных дебитов и депрессий газовых скважин
5.	Расчёт предельных безводных дебитов и депрессий горизонтальных скважин
6.	Динамические задачи конусообразования в нефтяных и газовых залежах. Расчёт безводного периода эксплуатации и нефтеотдачи за безводный период
7.	Математическое моделирование задач фильтрации при различных начальных и граничных условиях (сравнительный анализ)
8.	Моделирование совместного притока жидкостей к несовершенным скважинам
9.	Моделирование неустановившейся фильтрации однородной упругой жидкости и газа
10.	Математическое моделирование фильтрации двухфазной жидкости; теория Бакли-Левверетта
11.	Математическое моделирование установившегося движения газированной жидкости в пористой среде
12.	Моделирование одномерного фильтрационного потока (три вида одномерного потока; решение задач одномерного потока; применение уравнение Лапласа)
13.	Моделирование одномерного потока в условиях нелинейных законов фильтрации (поток однородной несжимаемой жидкости; поток капельной сжимаемой жидкости и реального газа)
14.	Пьезометрические методы исследования нефтяных скважин; определение параметров притока
15.	Методы исследования газовых скважин при нестационарных режимах; интерпретация результатов исследования
16.	Основы моделирования процессов фильтрации нефти, газа и воды
17.	Расчёт предельных безводных и безгазовых дебитов и депрессий несовершенных скважин дренирующих нефтегазовую залежь с подошвенной водой
18.	Расчёт оптимального интервала вскрытия нефтенасыщенного пласта нефтегазовой залежи с подошвенной водой
19.	Расчёт предельных безводных и безгазовых дебитов и депрессий по экспериментальным данным
20.	Интерпретационные модели нефтяной залежи на стадии разработки
21.	Упрощённый метод определения средневзвешенного давления в зоне подвижного газа
22.	Сравнительный анализ установившихся потоков газа при различных законах фильтрации
23.	Исследование одномерных фильтрационных потоков упругой жидкости для различных моделей пластовых фильтрационных систем (точное решение уравнения пьезопроводности)
24.	Особенности фильтрации неньютоновских жидкостей. Моделирование притока к несовершенной скважине
25.	Анализ задач притока упругой жидкости к укрупненной скважине

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

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 дифф.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.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

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

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Введение. Математическое моделирование в нефтяном инжиниринге

1. Напишите закон Дарси и другие законы фильтрации.
2. При каких условиях справедлив закон Дарси?
3. Почему при повышении скорости движения жидкости закон Дарси нарушается?
4. Опишите основные риски при моделировании месторождений?
5. Охарактеризуйте основные свойства нефти, воды и породы.

Раздел 2. Понятие интегрированной модели

1. Графически изобразить типовую схему нефтегазового промысла и обозначить основные узлы.
2. Какие модели применяются для описания основных технологических узлов нефтегазового промысла?
3. Дайте понятие интегрированной модели?
4. Какие основные преимущества при использовании интегрированной модели?
5. Охарактеризуйте основные подходы к узловому анализу?

Раздел 3. Иерархия моделей пласта

1. Дайте характеристику установившихся фильтрационных потоков.
2. Напишите дифференциальные уравнения одномерных потоков для установившихся режимов фильтрации.
3. Охарактеризуйте понятия – распределение давления, градиент давления, скорость фильтрации и скорость движения, их размерности.
4. Напишите формулы распределения давления, градиента давления скорости фильтрации при установившейся фильтрации несжимаемой жидкости от контура питания к галерее.
5. Каковы практические аспекты применения теории одномерного потока?
6. Дайте характеристику плоскорадиального фильтрационного потока.
7. Напишите дифференциальные уравнения неустановившейся и установившейся плоскорадиальной фильтрации жидкости по линейному закону Дарси.
8. Дайте физическую интерпретацию гидропроводности и проницаемости пласта, найденных по данным исследований скважин на установившихся режимах.
9. Дайте характеристику радиально-сферического фильтрационного потока.
10. Напишите дифференциальные уравнения неустановившейся и установившейся радиально-сферической фильтрации жидкости по линейному закону Дарси.
11. Напишите формулы распределения приведенного давления, градиента приведенного давления и скорости фильтрации для радиально-сферического установившегося фильтрационного потока несжимаемой жидкости по закону Дарси.

Раздел 4. Иерархия моделей скважины

1. Напишите формулу для определения дебита добывающей скважины, вскрывшей в кровле пласт бесконечной толщины. Сравните ее с формулой Дюпюи.
2. Перечислите основные способы механизированной добычи нефти.
3. Какие основные ограничения узлового анализа «пласт-скважина» на нестационарный режим по пласту?
4. Графически изобразить типовую компоновку скважины.

5. Напишите основные формулы, характеризующие плоскорадиальный установившийся приток к скважине в центре кругового пласта - закон распределения давления, градиент давления, дебит скважины и др.

Раздел 5. Модели инфраструктуры

1. Охарактеризуйте модель ограничений применительно к инфраструктуре нефтяного промысла.

2. Какова область применения прокси интегрированной модели для оценки потенциала?
3. Опишите стационарные модели инфраструктуры и дайте им характеристику.
4. Какие псевдостационарные модели используются для описания инфраструктуры?
5. Какие существуют нестационарные модели нефтесборной сети?

Раздел 6. Интегрированная модель

1. Перечислите виды интегрированных моделей и их основные особенности.
2. Какие основные задачи интегрированных моделей?
3. Какие основные особенности узлового анализа в интегрированной модели?
4. В каких случаях применяется гибридная интегрированная модель?
5. Каким образом определяется оптимальное давление на первой ступени сепарации?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф.зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов к дифф.зачету(по дисциплине):

1. Напишите закон Дарси и другие законы фильтрации.
2. При каких условиях справедлив закон Дарси?
3. Почему при повышении скорости движения жидкости закон Дарси нарушается?
4. Опишите основные риски при моделировании месторождений?
5. Охарактеризуйте основные свойства нефти, воды и породы.
6. Графически изобразить типовую схему нефтегазового промысла и обозначить основные узлы.
7. Какие модели применяются для описания основных технологических узлов нефтегазового промысла?
8. Дайте понятие интегрированной модели?
9. Какие основные преимущества при использовании интегрированной модели?
10. Охарактеризуйте основные подходы к узловому анализу?
11. Дайте характеристику установившихся фильтрационных потоков.
12. Охарактеризуйте понятия – распределение давления, градиент давления, скорость фильтрации и скорость движения, их размерности.
13. Напишите формулы распределения давления, градиента давления скорости фильтрации при установившейся фильтрации несжимаемой жидкости от контура питания к галерее.
14. Каковы практические аспекты применения теории одномерного потока?
15. Дайте характеристику плоскорадиального фильтрационного потока.
16. Напишите дифференциальные уравнения неустановившейся и установившейся плоскорадиальной фильтрации жидкости по линейному закону Дарси.
17. Дайте физическую интерпретацию гидропроводности и проницаемости пласта, найденных по данным исследований скважин на установившихся режимах.
18. Дайте характеристику радиально-сферического фильтрационного потока.
19. Напишите дифференциальные уравнения неустановившейся и установившейся радиально-сферической фильтрации жидкости по линейному закону Дарси.
20. Напишите формулы распределения приведенного давления, градиента приведенного давления и скорости фильтрации для радиально-сферического установившегося фильтрационного потока несжимаемой жидкости по закону Дарси.

21. Напишите формулу для определения дебита добывающей скважины, вскрывшей в кровле пласт бесконечной толщины. Сравните ее с формулой Дюпюи.
22. Перечислите основные способы механизированной добычи нефти.
23. Какие основные ограничения узлового анализа «пласт-скважина» на нестационарный режим по пласту?
24. Графически изобразить типовую компоновку скважины.
25. Напишите основные формулы, характеризующие плоскорадиальный установившийся приток к скважине в центре кругового пласта - закон распределения давления, градиент давления, дебит скважины и др.
26. Охарактеризуйте модель ограничений применительно к инфраструктуре нефтяного промысла.
27. Какова область применения прокси интегрированной модели для оценки потенциала?
28. Опишите стационарные модели инфраструктуры и дайте им характеристику.
29. Какие псевдостационарные модели используются для описания инфраструктуры?
30. Какие существуют нестационарные модели нефтесборной сети?
31. Перечислите виды интегрированных моделей и их основные особенности.
32. Какие основные задачи интегрированных моделей?
33. Какие основные особенности узлового анализа в интегрированной модели?
34. В каких случаях применяется гибридная интегрированная модель?
35. Каким образом определяется оптимальное давление на первой ступени сепарации?
36. На чем базируются построения математических и физических моделей?
37. Основные требования адекватности моделей реальным процессам.
38. Назовите примеры нестационарных и стационарных процессов в нефтегазовой гидродинамике.
39. Модели флюидов по степени сжимаемости.
40. В чем отличие многофазной модели от гомогенной?
41. Виды моделей коллекторов с геометрической точки зрения.
42. Идеализированные модели пористых коллекторов.
43. Описать алгоритм нахождения пространственного распределения пористости методом обратных расстояний.
44. Написать формулу для определения значения параметра (например пористости) в искомой точке пространства (с пояснением входящих в формулу величин).

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф.зачету

Вариант 1

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	Уравнение $u = \frac{Q}{F} = \frac{k \cdot \Delta p}{\mu \cdot L}$ получено	1. при аналитическом обосновании закона Дарси; 2. на основании притока жидкости при упругом режиме; 3. при условии, когда капиллярные явления в пластовых условиях не проявляются; 4. при условии, что пластовые флюиды при течении в пласте не деформируются.
2.	Уравнение неразрывности при стационарном течении газа эквивалентно	1. постоянству массового расхода; 2. постоянству объемного расхода; 3. постоянству плотности; 4. постоянству температуры.

3.	Установившийся фильтрационный поток подразумевает следующее	<ol style="list-style-type: none"> 1. характеристики потока непостоянны во времени; 2. характеристики потока в начальный период времени непостоянны, но в какой-то момент становятся неизменными; 3. характеристики потока в начальный период времени постоянны, но в какой-то момент становятся изменчивыми; 4. характеристики потока постоянны во времени.
4.	Наиболее изученным и общим случаем неустановившейся фильтрации однородного сжимаемого флюида в деформируемой пористой среде по линейному закону Дарси является упругий режим фильтрации, математически описываемый уравнением	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\nabla^2 P = \frac{1}{\chi} \frac{\partial P}{\partial t}$; 2. $u = \frac{Q}{F} = \frac{k \cdot \Delta p}{\mu \cdot L}$; 3. $-\frac{dp}{ds} = a\omega + b\omega^2$; 4. $\omega = C \left(\frac{dp}{ds} \text{ sign } \frac{dp}{ds} \right)^{\frac{1}{n}}$, .
5.	Чему равно j для одномерного установившегося прямолинейно-параллельного фильтрационного потока описываемого уравнением Лапласа ($\frac{\partial^2 P}{\partial r^2} + \frac{j}{r} \frac{\partial P}{\partial r} = 0$)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0; 2. 1; 3. 2; 4. 3.
6.	Чему равно j для одномерного установившегося плоскорадиального фильтрационного потока описываемого уравнением Лапласа ($\frac{\partial^2 P}{\partial r^2} + \frac{j}{r} \frac{\partial P}{\partial r} = 0$)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0; 2. 1; 3. 2; 4. 3.
7.	Чему равно j для одномерного установившегося радиально-сферического фильтрационного потока описываемого уравнением Лапласа ($\frac{\partial^2 P}{\partial r^2} + \frac{j}{r} \frac{\partial P}{\partial r} = 0$)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0; 2. 1; 3. 2; 4. 3.

8.	Какая характеристика соответствует прямолинейно-параллельному установившемуся фильтрационному потоку?	<p>1. Поток, в котором траектории движения частиц жидкости совпадают с линиями токов, траектории параллельны, а скорости фильтрации во всех токах любого поперечного сечения (перпендикулярного линиям токов) равны друг другу;</p> <p>2. Поток, в котором траектории движения частиц жидкости совпадают с линиями токов, траектории параллельны, а скорости фильтрации во всех токах любого поперечного сечения (перпендикулярного линиям токов) не равны друг другу;</p> <p>3. Частицы жидкости движутся параллельно в одной и той же плоскости, проходящей через ось скважины, прямолинейные траектории движения частиц жидкости в любой плоскости, перпендикулярной оси скважины, радиально сходятся в одной точке на оси скважины, картины движения вдоль всех и любой траектории движения одинаковы, а следовательно, для изучения такого потока достаточно изучить движение вдоль одной любой траектории, т.е. поток является одномерным по радиусу;</p> <p>4. Частицы жидкости движутся не параллельно в одной и той же плоскости, проходящей через ось скважины, прямолинейные траектории движения частиц жидкости в любой плоскости, перпендикулярной оси скважины, радиально сходятся в одной точке на оси скважины, картины движения вдоль всех и любой траектории движения не одинаковы.</p>
9.	Какая характеристика соответствует плоскорадиальному установившемуся фильтрационному потоку?	<p>1. Поток, в котором траектории движения частиц жидкости совпадают с линиями токов, траектории параллельны, а скорости фильтрации во всех токах любого поперечного сечения (перпендикулярного линиям токов) равны друг другу;</p> <p>2. Поток, в котором траектории движения частиц жидкости совпадают с линиями токов, траектории параллельны, а скорости фильтрации во всех токах любого поперечного сечения (перпендикулярного линиям токов) не равны друг другу;</p> <p>3. Частицы жидкости движутся параллельно в одной и той же плоскости, проходящей через ось скважины, прямолинейные траектории движения частиц жидкости в любой плоскости, перпендикулярной оси скважины, радиально сходятся в одной точке на оси скважины, картины движения вдоль всех и любой траектории движения одинаковы, а следовательно, для изучения такого потока достаточно изучить движение вдоль одной любой траектории, т.е. поток является одномерным по радиусу;</p> <p>4. Частицы жидкости движутся не параллельно в одной и той же плоскости, проходящей через ось скважины, прямолинейные траектории движения частиц жидкости в любой плоскости, перпендикулярной оси скважины, радиально сходятся в одной точке на оси скважины, картины движения вдоль всех и любой траектории движения не одинаковы.</p>

10.	Какая характеристика соответствует радиально-сферическому установившемуся фильтрационному потоку?	<p>1. Поток, в котором траектории движения частиц жидкости совпадают с линиями токов, траектории параллельны, а скорости фильтрации во всех токах любого поперечного сечения (перпендикулярного линиям токов) не равны друг другу;</p> <p>2. Частицы жидкости движутся параллельно в одной и той же плоскости, проходящей через ось скважины, прямолинейные траектории движения частиц жидкости в любой плоскости, перпендикулярной оси скважины, радиально сходятся в одной точке на оси скважины, картины движения вдоль всех и любой траектории движения одинаковы, а следовательно, для изучения такого потока достаточно изучить движение вдоль одной любой траектории, т.е. поток является одномерным по радиусу;</p> <p>3. Частицы жидкости движутся не параллельно в одной и той же плоскости, проходящей через ось скважины, прямолинейные траектории движения частиц жидкости в любой плоскости, перпендикулярной оси скважины, радиально сходятся в одной точке на оси скважины, картины движения вдоль всех и любой траектории движения не одинаковы;</p> <p>4. Частицы жидкости движутся прямолинейно и их траектории радиально сходятся в центре полусферического забоя, в точке О, в таком установившемся потоке напор и скорость фильтрации в любой его точке будут функцией только расстояния этой точки от центра забоя скважины, а следовательно поток является одномерным.</p>
11.	Для одномерного прямолинейно-параллельного установившегося фильтрационного потока несжимаемой жидкости в слоисто-неоднородном пласте справедливо следующее выражения?	<p>1. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{K_1}{K_2}$;</p> <p>2. $\frac{\text{grad}P_1}{\text{grad}P_2} = \frac{K_2}{K_1}$;</p> <p>3. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{K_2}{K_1}$;</p> <p>4. $\frac{\text{grad}P_1}{\text{grad}P_2} = \frac{K_1}{K_2}$.</p>
12.	Для одномерного прямолинейно-параллельного установившегося фильтрационного потока несжимаемой жидкости в зонально-неоднородном пласте справедливо следующее выражения?	<p>1. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{K_1}{K_2}$;</p> <p>2. $\frac{\text{grad}P_1}{\text{grad}P_2} = \frac{K_2}{K_1}$;</p> <p>3. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{K_2}{K_1}$;</p> <p>4. $\frac{\text{grad}P_1}{\text{grad}P_2} = \frac{K_1}{K_2}$.</p>

13.	Какое из представленных выражений является функцией Лейбница?	<ol style="list-style-type: none"> $J = \int \rho dP + C = \int \frac{\rho_{am}}{P_{am}} P dP + C = \frac{\rho_{am}}{2P_{am}} p + C ;$ $b = \rho \frac{63 \cdot 10^6}{(k/m)^{3/2}} ;$ $J = \int \rho dP + C = \int \frac{\rho_{am}}{P_{am}} P dP + C = \frac{\rho_{am}}{2P_{am}} p^2 + C ;$ $C = \left[\frac{Re_{kp}}{f(m)} \right]^{\frac{n-1}{n}} k^{\frac{3-n}{2n}} \mu^{\frac{n-2}{n}} \rho^{\frac{1-n}{n}} .$
14.	Для вычисления каких параметров при расчете модели поршневого вытеснения из слоисто-неоднородного пласта (элемента разработки слоисто-неоднородного пласта) используют интеграл вероятности?	<ol style="list-style-type: none"> Дебита нефти и воды; Средневзвешенное пластовое давление; Проницаемости пропластков, обводнившихся ко времени $t=t^*$; Плотность распределения $f(k)$ абсолютной проницаемости изолированных пропластков.
15.	По какой формуле определяется водонасыщенность на фронте вытеснения в модели непоршневого вытеснения по схеме Бакли-Левретта?	<ol style="list-style-type: none"> $S_{\phi} = S_{cs} + \frac{f'(S_{\phi})}{f(S_{\phi})} ;$ $S_{\phi} = S_{cs} - \frac{f'(S_{\phi})}{f(S_{\phi})} ;$ $S_{\phi} = S_{cs} + \frac{f(S_{\phi})}{f'(S_{\phi})} ;$ $S_{\phi} = S_{cs} - \frac{f(S_{\phi})}{f'(S_{\phi})} .$
16.	Какое выражение соответствует функции Бакли-Левретта?	<ol style="list-style-type: none"> $f(S_i) = \frac{K_n(S_i)}{K_e(S_i) + \frac{\mu_e}{\mu_n} K_n(S_i)} ;$ $f(S_i) = \frac{K_e(S_i)}{K_n(S_i) + \frac{\mu_e}{\mu_n} K_e(S_i)} ;$ $f(S_i) = \frac{K_e(S_i)}{K_e(S_i) + \frac{\mu_e}{\mu_n} K_n(S_i)} ;$ $f(S_i) = \frac{K_e(S_i)}{K_e(S_i) + \frac{\mu_n}{\mu_e} K_n(S_i)} .$

17.	Каков физический смысл функции Бакли-Лeverетта?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Это доля нефти в двухфазном потоке жидкости в пористой среде; 2. Это доля воды в двухфазном потоке жидкости в пористой среде; 3. Это доля нефти в трехфазном потоке в пористой среде; 4. Это доля воды в трехфазном потоке в пористой среде.
18.	На основе каких моделей находят показатели разработки месторождения (пласт однородный)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Модель однородного пласта; 2. Модель непоршневого вытеснения нефти водой; 3. Модель поршневого вытеснения нефти водой; 4. Сочетания 1 и 2.
19.	Запасы залежей разрабатываемых месторождений категории «А» относятся к ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. разбуренным, разрабатываемым; 2. разрабатываемым отдельными скважинами, неразбуренным эксплуатационной сеткой скважин, разведанным, подготовленным к промышленной разработке; 3. разрабатываемым, неразбуренным, оцененным; 4. разведанным.
20.	Запасы залежей разрабатываемых месторождений категории «В ₁ » относятся к ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. разбуренным, разрабатываемым; 2. разрабатываемым отдельными скважинами, неразбуренным эксплуатационной сеткой скважин, разведанным, подготовленным к промышленной разработке; 3. разрабатываемым, неразбуренным, оцененным; 4. разведанным.

Вариант 2

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	Запасы залежей разрабатываемых месторождений категории «В ₂ » относятся к ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. разбуренным, разрабатываемым; 2. разрабатываемым отдельными скважинами, неразбуренным эксплуатационной сеткой скважин, разведанным, подготовленным к промышленной разработке; 3. разрабатываемым, неразбуренным, оцененным; 4. разведанным.
2.	Запасы залежей разрабатываемых месторождений категории «С ₁ » относятся к ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. разбуренным, разрабатываемым; 2. разрабатываемым отдельными скважинами, неразбуренным эксплуатационной сеткой скважин, разведанным, подготовленным к промышленной разработке; 3. разрабатываемым, неразбуренным, оцененным; 4. разведанным.
3.	Ресурсы нефти и газа по степени геологической изученности и обоснованности категории «D ₀ » относятся к ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. подготовленным; 2. локализованным; 3. перспективным; 4. прогнозируемым.
4.	Ресурсы нефти и газа по степени геологической изученности и обоснованности категории «D _л » относятся к ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. подготовленным; 2. локализованным; 3. перспективным; 4. прогнозируемым.
5.	Ресурсы нефти и газа по степени геологической изученности и обоснованности категории «D ₂ » относятся к ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. подготовленным; 2. локализованным; 3. перспективным; 4. прогнозируемым.
6.	На фильтрацию многофазной жидкости в пористой среде влияют	<ol style="list-style-type: none"> 1. перераспределение давления в пласте; 2. объемное расширение жидкости в пласте и уменьшении порового пространства; 3. деформация в условиях всестороннего сжатия; 4. молекулярно-поверхностные явления.
7.	Ресурсы нефти и газа по степени геологической изученности и обоснованности категории «D ₁ » относятся к ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. подготовленным; 2. локализованным; 3. перспективным; 4. прогнозируемым.

8.	Каким законом описывается фильтрация флюидов в пласте?	1. законом Генри; 2. законом Стокса; 3. законом Дарси; 4. законом Джоуля-Томпсона.
9.	Одной из сил сопротивления движению нефти в пласте является ...	1. естественное магнитное поле; 2. электроосмос; 3. сорбция; 4. капиллярные и молекулярно-поверхностные силы, удерживающие нефть в пласте благодаря смачиванию ею стенок поровых каналов.
10.	Месторождения с извлекаемыми запасами нефти от 1 до 5 млн.т. относятся к ...	1. крупным; 2. средним; 3. уникальным; 4. мелким.
11.	Месторождения с извлекаемыми запасами газа от 30 до 300 млрд. м ³ . относятся к ...	1. крупным; 2. средним; 3. уникальным; 4. мелким.
12.	Месторождения с извлекаемыми запасами газа от 1 до 5 млрд. м ³ . относятся к ...	1. крупным; 2. средним; 3. уникальным; 4. мелким.
13.	Месторождения с извлекаемыми запасами газа от 5 до 30 млрд. м ³ . относятся к ...	1. крупным; 2. средним; 3. уникальным; 4. мелким.
14.	В нефтяной практике классификация пластовых вод по Сулину используется как поисковый признак. Она не включает воды	1. железомарганцевые; 2. сульфатнонатриевые; 3. гидрокарбонатнонатриевые; 4. хлориднокальциевые.
15.	Наиболее изученным и общим случаем неустановившейся фильтрации однородного сжимаемого флюида в деформируемой пористой среде по линейному закону Дарси является упругий режим фильтрации, математически описываемый уравнением	1. $\nabla^2 P = \frac{1}{\chi} \frac{\partial P}{\partial t}$; 2. $u = \frac{Q}{F} = \frac{k \cdot \Delta p}{\mu \cdot L}$; 3. $-\frac{dp}{ds} = a\omega + b\omega^2$; ; 4. $ \omega = C \left(\frac{dp}{ds} \text{sign} \frac{dp}{ds} \right)^{\frac{1}{n}}$, .

16.	Какая характеристика соответствует радиально-сферическому установившемуся фильтрационному потоку?	<p>1. поток, в котором траектории движения частиц жидкости совпадают с линиями токов, траектории параллельны, а скорости фильтрации во всех токах любого поперечного сечения (перпендикулярного линиям токов) не равны друг другу;</p> <p>2. частицы жидкости движутся параллельно в одной и той же плоскости, проходящей через ось скважины, прямолинейные траектории движения частиц жидкости в любой плоскости, перпендикулярной оси скважины, радиально сходятся в одной точке на оси скважины, картины движения вдоль всех и любой траектории движения одинаковы, а следовательно, для изучения такого потока достаточно изучить движение вдоль одной любой траектории, т.е. поток является одномерным по радиусу;</p> <p>3. частицы жидкости движутся не параллельно в одной и той же плоскости, проходящей через ось скважины, прямолинейные траектории движения частиц жидкости в любой плоскости, перпендикулярной оси скважины, радиально сходятся в одной точке на оси скважины, картины движения вдоль всех и любой траектории движения не одинаковы;</p> <p>4. частицы жидкости движутся прямолинейно и их траектории радиально сходятся в центре полусферического забоя, в точке O, в таком установившемся потоке напор и скорость фильтрации в любой его точке будут функцией только расстояния этой точки от центра забоя скважины, а следовательно поток является одномерным.</p>
17.	Для одномерного прямолинейно-параллельного установившегося фильтрационного потока несжимаемой жидкости в слоисто-неоднородном пласте справедливо следующее выражения?	<p>1. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{K_1}{K_2}$;</p> <p>2. $\frac{\text{grad}P_1}{\text{grad}P_2} = \frac{K_2}{K_1}$;</p> <p>3. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{K_2}{K_1}$;</p> <p>4. $\frac{\text{grad}P_1}{\text{grad}P_2} = \frac{K_1}{K_2}$.</p>
18.	Для одномерного прямолинейно-параллельного установившегося фильтрационного потока несжимаемой жидкости в зонально-неоднородном пласте справедливо следующее выражения?	<p>1. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{K_1}{K_2}$;</p> <p>2. $\frac{\text{grad}P_1}{\text{grad}P_2} = \frac{K_2}{K_1}$;</p> <p>3. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{K_2}{K_1}$;</p> <p>4. $\frac{\text{grad}P_1}{\text{grad}P_2} = \frac{K_1}{K_2}$.</p>

19.	Какое из представленных выражений является функцией Лейбница?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $J = \int \rho dP + C = \int \frac{\rho_{am}}{P_{am}} P dP + C = \frac{\rho_{am}}{2P_{am}} p + C ;$ 2. $b = \rho \frac{63 * 10^6}{(k/m)^{3/2}} ;$ 3. $J = \int \rho dP + C = \int \frac{\rho_{am}}{P_{am}} P dP + C = \frac{\rho_{am}}{2P_{am}} p^2 + C ;$ 4. $C = \left[\frac{Re_{кр}}{f(m)} \right]^{\frac{n-1}{n}} k^{\frac{3-n}{2n}} \mu^{\frac{n-2}{n}} \rho^{\frac{1-n}{n}} .$
20.	Для вычисления каких параметров при расчете модели поршневого вытеснения из слоисто-неоднородного пласта (элемента разработки слоисто-неоднородного пласта) используют интеграл вероятности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дебита нефти и воды; 2. Средневзвешенное пластовое давление; 3. Проницаемости пропластков, обводнившихся ко времени $t=t^*$; 4. Плотность распределения $f(k)$ абсолютной проницаемости изолированных пропластков.

Вариант 3

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	По какой формуле определяется водонасыщенность на фронте вытеснения в модели непоршневого вытеснения по схеме Бакли-Лeverетта?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $S_{\phi} = S_{ce} + \frac{f'(S_{\phi})}{f(S_{\phi})} ;$ 2. $S_{\phi} = S_{ce} - \frac{f'(S_{\phi})}{f(S_{\phi})} ;$ 3. $S_{\phi} = S_{ce} + \frac{f(S_{\phi})}{f'(S_{\phi})} ;$ 4. $S_{\phi} = S_{ce} - \frac{f(S_{\phi})}{f'(S_{\phi})} .$
2.	Какое выражение соответствует функции Бакли-Лeverетта?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $f(S_i) = \frac{K_n(S_i)}{K_e(S_i) + \frac{\mu_e}{\mu_n} K_n(S_i)} ;$ 2. $f(S_i) = \frac{K_e(S_i)}{K_n(S_i) + \frac{\mu_e}{\mu_n} K_e(S_i)} ;$ 3. $f(S_i) = \frac{K_e(S_i)}{K_e(S_i) + \frac{\mu_e}{\mu_n} K_n(S_i)} ;$ 4. $f(S_i) = \frac{K_e(S_i)}{K_e(S_i) + \frac{\mu_n}{\mu_e} K_n(S_i)} .$

3.	Уравнение $u = \frac{Q}{F} = \frac{k \cdot \Delta p}{\mu \cdot L}$ получено	<ol style="list-style-type: none"> 1. при аналитическом обосновании закона Дарси; 2. на основании притока жидкости при упругом режиме; 3. при условии, когда капиллярные явления в пластовых условиях не проявляются; 4. при условии, что пластовые флюиды при течении в пласте не деформируются.
4.	Уравнение неразрывности при стационарном течении газа эквивалентно	<ol style="list-style-type: none"> 1. постоянству массового расхода; 2. постоянству объемного расхода; 3. постоянству плотности; 4. постоянству температуры.
5.	Установившийся фильтрационный поток подразумевает следующее	<ol style="list-style-type: none"> 1. характеристики потока непостоянны во времени; 2. характеристики потока в начальный период времени непостоянны, но в какой-то момент становятся неизменными; 3. характеристики потока в начальный период времени постоянны, но в какой-то момент становятся изменчивыми; 4. характеристики потока постоянны во времени.
6.	Наиболее изученным и общим случаем неустановившейся фильтрации однородного сжимаемого флюида в деформируемой пористой среде по линейному закону Дарси является упругий режим фильтрации, математически описываемый уравнением	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\nabla^2 P = \frac{1}{\chi} \frac{\partial P}{\partial t}$; 2. $u = \frac{Q}{F} = \frac{k \cdot \Delta p}{\mu \cdot L}$; 3. $-\frac{dp}{ds} = a\omega + b\omega^2$; 4. $\omega = C \left(\frac{dp}{ds} \text{sign} \frac{dp}{ds} \right)^{\frac{1}{n}}$, .
7.	Чему равно \mathbf{j} для одномерного установившегося прямолинейно-параллельного фильтрационного потока описываемого уравнением Лапласа ($\frac{\partial^2 P}{\partial r^2} + \frac{\mathbf{j}}{r} \frac{\partial P}{\partial r} = 0$)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0; 2. 1; 3. 2; 4. 3.
8.	Чему равно \mathbf{j} для одномерного установившегося плоскорадиального фильтрационного потока описываемого уравнением Лапласа ($\frac{\partial^2 P}{\partial r^2} + \frac{\mathbf{j}}{r} \frac{\partial P}{\partial r} = 0$)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0; 2. 1; 3. 2; 4. 3.
9.	Чему равно \mathbf{j} для одномерного установившегося радиально-сферического фильтрационного потока описываемого уравнением Лапласа ($\frac{\partial^2 P}{\partial r^2} + \frac{\mathbf{j}}{r} \frac{\partial P}{\partial r} = 0$)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0; 2. 1; 3. 2; 4. 3.
10.	Каков физический смысл функции Бакли-Левретта?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Это доля нефти в двухфазном потоке жидкости в пористой среде; 2. Это доля воды в двухфазном потоке жидкости в пористой среде; 3. Это доля нефти в трехфазном потоке в пористой среде; 4. Это доля воды в трехфазном потоке в пористой среде.
11.	На основе каких моделей находят показатели разработки месторождения (пласт однородный)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Модель однородного пласта; 2. Модель поршневого вытеснения нефти водой; 3. Модель поршневого вытеснения нефти водой; 4. Сочетания 1 и 2.

12.	Запасы залежей разрабатываемых месторождений категории «А» относятся к ...	1. разбуренным, разрабатываемым; 2. разрабатываемым отдельными скважинами, неразбуренным эксплуатационной сеткой скважин, разведанным, подготовленным к промышленной разработке; 3. разрабатываемым, неразбуренным, оцененным; 4. разведанным.
13.	Запасы залежей разрабатываемых месторождений категории «В ₁ » относятся к ...	1. разбуренным, разрабатываемым; 2. разрабатываемым отдельными скважинами, неразбуренным эксплуатационной сеткой скважин, разведанным, подготовленным к промышленной разработке; 3. разрабатываемым, неразбуренным, оцененным; 4. разведанным.
4.	Запасы залежей разрабатываемых месторождений категории «В ₂ » относятся к ...	1. разбуренным, разрабатываемым; 2. разрабатываемым отдельными скважинами, неразбуренным эксплуатационной сеткой скважин, разведанным, подготовленным к промышленной разработке; 3. разрабатываемым, неразбуренным, оцененным; 4. разведанным.
15.	Запасы залежей разрабатываемых месторождений категории «С ₁ » относятся к ...	1. разбуренным, разрабатываемым; 2. разрабатываемым отдельными скважинами, неразбуренным эксплуатационной сеткой скважин, разведанным, подготовленным к промышленной разработке; 3. разрабатываемым, неразбуренным, оцененным; 4. разведанным.
16.	Ресурсы нефти и газа по степени геологической изученности и обоснованности категории «D ₀ » относятся к ...	1. подготовленным; 2. локализованным; 3. перспективным; 4. прогнозируемым.
17.	Ресурсы нефти и газа по степени геологической изученности и обоснованности категории «D _л » относятся к ...	1. подготовленным; 2. локализованным; 3. перспективным; 4. прогнозируемым.
18.	Ресурсы нефти и газа по степени геологической изученности и обоснованности категории «D ₂ » относятся к ...	1. подготовленным; 2. локализованным; 3. перспективным; 4. прогнозируемым.
19.	На фильтрацию многофазной жидкости в пористой среде влияют	1. перераспределение давления в пласте; 2. объемное расширение жидкости в пласте и уменьшении порового пространства; 3. деформация в условиях всестороннего сжатия; 4. молекулярно-поверхностные явления.
20.	Ресурсы нефти и газа по степени геологической изученности и обоснованности категории «D ₁ » относятся к ...	1. подготовленным; 2. локализованным; 3. перспективным; 4. прогнозируемым.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % практических занятий	Посещение не менее 60 % практических занятий	Посещение не менее 70 % практических занятий	Посещение не менее 85 % практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии [Текст]: учебник / Г.С. Поротов. – СПб.: СПГГИ, 2006. – 223 с.
2. Алтунин А.Е. Технологические расчеты при управлении процессами нефтегазодобычи в условиях неопределенности [Электронный ресурс] / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин, О.Н. Кузяков. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – 187 с. Электронный ресурс: <https://e.lanbook.com/reader/book/91824/#2>
3. Кучумов Р.Р. Программно-информационное обеспечение расчетов показателей разработки нефтегазовых месторождений с горизонтальными скважинами [Электронный ресурс] / Р.Р. Кучумов, Р.Я. Кучумов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 252 с. Электронный ресурс: <https://e.lanbook.com/reader/book/28306/#2>
4. Зеливянская О.Е. Математическое моделирование: [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. – Ставрополь: СКФУ, 2016. – 144 с. Электронный ресурс: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=467014#
5. Иванов И.А. Решение задач разработки нефтяных месторождений с применением программных комплексов ECLIPSE и Petrel: [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.А. Иванов, Е.Н. Иванов. – Томск: Томский политехнический университет, 2015. – 75 с. Электронный ресурс: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=442096
6. Петраков Д.Г. Разработка нефтяных и газовых месторождений [Электронный ресурс]: Учебник / Д.Г. Петраков, Д.В. Мардашов, А.В. Максютин / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб, 2016. – 526 с. Электронный ресурс: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/&id=71703>; http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/

7. Мирзаджанзаде А.Х., Хасанов М.М., Бахтизин Р.Н. Моделирование процессов нефтегазодобычи. Нелинейность, неравновесность, неопределенность. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004, 368 стр.

8. Азиз Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004, 416 стр.

9. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2001. – 320с.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Квеско Б.Б. Подземная гидромеханика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.Б. Квеско, Е.Г. Карпов. – Томск: Томский политехнический университет, 2012. – 168 с. Электронный ресурс: <https://e.lanbook.com/reader/book/10309/#2>

2. Шпаков П.С. Математическая обработка результатов измерений [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 410 с. Электронный ресурс: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=435837#

3. Ягафаров А.К. Разработка нефтяных и газовых месторождений [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.К. Ягафаров, И.И. Клещенко, Г.П. Зозуля, Ю.В. Зейгман, М.К. Рогачев, Г.А. Шлеин. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – 396 с. Электронный ресурс: <https://e.lanbook.com/reader/book/28321/#1>

4. Щелкачев В.Н. Подземная гидравлика [Электронный ресурс] / В.Н. Щелкачев. – М., Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1949. – 525 с. Электронный ресурс: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=437390

5. Щелкачев В.Н. Основы и приложения теории неустановившейся фильтрации – Монография: В 2 ч. – М.: Нефть и газ, 1995

6. Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004, 640 стр.

7. Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Движение жидкостей и газов в природных пластах. М.: Недра, 1984, 211с.

8. Мирзаджанзаде А.Х., ММ Хасанов М.М., Бахтизин Р.Н., Этюды о моделировании сложных систем нефтедобычи. Нелинейность, неравновесность, неопределенность.

9. Brill J.P. and Mukherjee H.: Multiphase Flow in Wells. – SPE Monograph, 1999. – 156 p.

10. Ли Дж., Ваттенбаргер Р.А. Инжиниринг газовых резервуаров. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014. – 944 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли: Методические указания для практических занятий / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Р.Р. Хусаинов. СПб, 2016. - 29 с.

2. Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли: Методические указания к курсовому проектированию / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Р.Р. Хусаинов. СПб, 2016. - 20 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>

3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>

4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
18. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com/>
19. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>
20. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор» (ЭБС IPRbooks) <http://www.bibliocomplectator.ru/2...>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения практических занятий.

15 посадочных мест

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт; доска интерактивная Polyvision epo 2610A - 1 шт; стол для конференций – 2 шт; стол преподавателя – 2 шт; стул – 25 шт; АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 1 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»); принтер – 1 шт; АРМ студента ПК (системный блок, монитор) – 15 шт. (возможность подключения к сети «Интернет»); стол компьютерный – 15шт; Комплекс программно-аппаратный по трехмерной модели нефтегазового пласта – 1 шт; комплект программно-сетевых тренажеров по направлению «Нефтегазовое дело» - 1 шт; Программно-тренажерный комплекс по направлению «Нефтегазовое дело» - 1 шт; Комплекс учебных программных тренажеров «Нефтегазопромышленное оборудование» - 1шт; Программный комплекс tNavigator – 1шт; кондиционер мобильный Electrolux EАСM-14ES/FI/N3 – 1 шт; видеопрезентер Elmo P-30S – 1 шт; коммутатор управляемый сетевой HP ProCurve 2510 – 1 шт; комплекс диагностический для нефтяных скважин, переносной – 1 шт; масштабатор Kramer VP-720x1 – 1 шт; микрофон МД99 – 1 шт; рекордер DVD LG HDR899 – 1 шт; система видеоконференции Polycom HDX8002 XL – 1 шт; Сканер Epson Perfection 2580 Photo A4 – 1 шт; шкаф витрина 18 спец (алюм.рамка) – 2 шт; тумба – 1 шт; аудиовизуальный комплекс – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003, Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003, Microsoft Open License 16396212 от 15.05.2003, Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003, ГК № 797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения», ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 «На поставку программного обеспечения» Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009, ГК № 1371-

12/10 от 06.12.2010 «Комплекс программного обеспечения», ГК 535-06/11 от 27.06.2011 «Комплект программно-сетевых тренажеров по направлению «Нефтегазовое дело», ГК 285-05/12 от 10.05.2012 «Программно-тренажерный комплекс по направлению «Нефтегазовое дело», ГК 777-09/13 от 2.09.2013 «Комплекс учебных программных тренажеров «Нефтегазопромышленное оборудование», Лицензионный договор № 10/РфД-17 «Программный комплекс tNavigator».

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: 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» (обслуживание до 2020 года) 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,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012.

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения».

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

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:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).