

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский



» 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Петрофизика и геомеханика Б1.В.ДВ.06.02

Направление подготовки: 21.04.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: Разработка месторождений трудноизвлекаемых и нетрадиционных углеводородов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Нугманов И.И. , Хамидуллина Г.С.

**Рецензент(ы):** Хасанов Д.И.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Хасанов Д. И.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Нугманов И.И. (кафедра геофизики и геоинформационных технологий, Институт геологии и нефтегазовых технологий), Ilmir.Nugmanov@kpfu.ru ; старший преподаватель, б/с Хамидуллина Г.С. (кафедра геофизики и геоинформационных технологий, Институт геологии и нефтегазовых технологий), galina-khamidullina@yandex.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	Способность применить полученные знания для анализа состава пород-коллекторов, описания движения флюида и закономерностей размещения месторождений углеводородов

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основные физические свойства веществ, минералов, горных пород, такие как плотность, пористость, проницаемость, упругость, модули упругости, электрическое сопротивление (проводимость), диэлектрическая проницаемость, вызванная поляризация, теплопроводность, теплоемкость, естественная и искусственная радиоактивность, намагниченность, магнитная восприимчивость; определяющие факторы физических свойств, единицы их измерения, пределы их изменения в горных породах, способы измерения физических свойств, связи между физическими свойствами, влияние термобарических условий на изменение физических свойств.

Должен уметь:

определять физические свойства горных пород, анализировать петрофизическую информацию, использовать данные физических свойств для определения фильтрационно-емкостных свойств коллекторов, интерпретации материалов геофизических исследований скважин, проводить первичную обработку данных лабораторных петрофизических исследований

Должен владеть:

навыками и приемами расчетов петрофизических величин, в первую очередь фильтрационно-емкостных свойств, а также приемами создания фильтрационно-емкостных моделей пластов-коллекторов, залежей углеводородов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Знать: основные физические свойства веществ, минералов, горных пород, такие как пористость, влагоемкость, капиллярное давление, смачиваемость, плотность, проницаемость, упругость, модули упругости, электрическое сопротивление (проводимость), теплоемкость, теплопроводность, намагниченность, магнитная восприимчивость, естественная и искусственная радиоактивность; определяющие факторы перечисленных физических свойств, единицы их измерения, пределы их изменения в горных породах, способы измерения физических свойств, связи между физическими свойствами, влияние термобарических условий на изменение физических свойств.

Уметь: определять физические свойства горных пород и минералов, анализировать петрофизическую информацию, использовать данные физических свойств для создания фильтрационно-емкостной модели залежи, пласта-коллектора, строить петрофизические зависимости, пользоваться методами и программами для обработки данных петрофизических исследований.

Владеть навыками и приемами определения фильтрационно-емкостных свойств, навыками организации разнообразных петрофизических исследований, приемами расчета фильтрационно-емкостных моделей залежей углеводородов.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.06.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 21.04.01 "Нефтегазовое дело (Разработка месторождений трудноизвлекаемых и нетрадиционных углеводородов)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 46 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Цели петрофизики. Геофизические свойства.	2	1	0	0	4
2.	Тема 2. Пористость, проницаемость. Удельное сопротивление породы и водонасыщенность Капиллярное давление. Смачиваемость.	2	1	0	4	10
3.	Тема 3. Природные трещиноватые коллекторы. Влияние механических напряжений пород коллекторов на их свойства	2	2	0	6	14
4.	Тема 4. Геомеханика. Общие понятия о напряжениях в земной коре	2	1	0	0	4
5.	Тема 5. Базовые понятия об упругих свойствах горных пород. Оценка прочностных свойств горных пород, критерии разрушения.	2	2	0	4	7
6.	Тема 6. Оценка порового давления и эффективных напряжений	2	1	0	4	7
	Итого		8	0	18	46

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Введение. Цели петрофизики. Геофизические свойства.

Введение. Место и роль петрофизики при геофизических исследованиях. Физические свойства горных пород по природе и характеру закономерных изменений. Группы свойств изучаемые в нефтегазовой геологии и промышленности. Плотность минералов и горных пород. Упругие свойства минералов и горных пород. Электрические свойства минералов и горных пород. Магнитные свойства минералов и горных пород. Теплофизические свойства минералов и горных пород. Радиоактивные свойства минералов и горных пород.

###### Тема 2. Пористость, проницаемость. Удельное сопротивление породы и водонасыщенность Капиллярное давление. Смачиваемость.

Пористость. Флюидонасыщенность. Проницаемость. Взаимосвязь пористости и проницаемости. Корреляционная зависимость Козени, Кармана-Козена. Фильтрационная ячейка - как единичный геолого-инженерный элемент. Математическая теория фильтрационных ячеек. Удельная поверхность. Коэффициенты, характеризующие фильтрационные ячейки.

Удельное сопротивление породы и водонасыщенность

Удельное сопротивление породы. Измерение сопротивления. Параметр пористости. Приблизительный учет глинистости. Показатель цементации. Уравнение связи сопротивление-соленость. Корреляция между параметрами пористости и извилистостью, водонасыщенностью, проницаемостью. Удельное сопротивление глинистых коллекторов.

Капиллярное давление. Смачиваемость.

Капиллярное давление. Уравнение капиллярного давления. Гидрофильные и гидрофобные системы. Капиллярный подъем. Распределение насыщенностей в пласте коллекторе. Смачиваемость. Оценка смачиваемости. Изменение смачиваемости. Межфазная активность на контактах вода-нефть- порода. Влияние смачиваемости на нефтеотдачу.

### **Тема 3. Природные трещиноватые коллекторы. Влияние механических напряжений пород коллекторов на их свойства**

Проницаемость в карбонатных породах. Признаки естественных трещин. Петрофизические свойства естественно-трещиноватых пород. Определение трещинной пористости. Коэффициент соотношений пористостей. Индекс интенсивностей трещиноватостей. Зависимости проницаемость-пористость для систем с двойной пористостью. Моделирование движения флюидов в трещинах.

Влияние механических напряжений пород коллекторов на их свойства

Взаимоотношение статическое напряжение-деформация. Деформация горных пород. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Модуль Юнга. Динамические упругие свойства. Прочность и твердость горных пород. Сжимаемость пористых пород. Влияние сжимаемости порового пространства на посчет запасов. Влияние механических напряжений на трещиноватость пород.

### **Тема 4. Геомеханика. Общие понятия о напряжениях в земной коре**

Введение в геомеханику. Геомеханика как геологическое изучение поведения горных пород. Определения. Основные понятия дисциплины. Применение геомеханики.

Общие понятия о напряжениях в земной коре .

Базовые понятия. Классификация режимов напряжений. Ориентация напряжений вблизи соляных куполов.

Способы оценки величины напряжений. Расчет вертикального напряжения.

### **Тема 5. Базовые понятия об упругих свойствах горных пород. Оценка прочностных свойств горных пород, критерии разрушения.**

Основные модули упругости. Коэффициент Пуассона, Модуль Юнга. Лабораторные исследования горных пород и предсказание их поведения в разных условиях. Законы упругости. Оценка прочностных свойств горных пород, критерии разрушения.

Лабораторные методы исследования прочностных свойств горных пород. Критерии разрушения горных пород. Оценка прочностных свойств по данным геофизических исследований скважин.

### **Тема 6. Оценка порового давления и эффективных напряжений**

Оценка порового давления и эффективных напряжений . Базовые понятия о поровом давлении. Механизмы возникновения зон аномально высокого порового давления.

Механизмы возникновения зон аномально низкого порового давления. Расчет поровых давлений. Наиболее трудно при определении поровых давлений выделить интервал и провести линии нормального уплотнения глин. Обычно это делается визуально, особенно при оперативных расчетах на буровой.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".



Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

петрофизика - <http://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=575>

Петрофизика горных пород - <http://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=576>

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 2</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Устный опрос	ПК-2	1. Введение. Цели петрофизики. Геофизические свойства. 2. Пористость, проницаемость. Удельное сопротивление породы и водонасыщенность Капиллярное давление. Смачиваемость. 3. Природные трещиноватые коллекторы. Влияние механических напряжений пород коллекторов на их свойства
2	Контрольная работа	ПК-2	1. Введение. Цели петрофизики. Геофизические свойства. 2. Пористость, проницаемость. Удельное сопротивление породы и водонасыщенность Капиллярное давление. Смачиваемость. 3. Природные трещиноватые коллекторы. Влияние механических напряжений пород коллекторов на их свойства
3	Лабораторные работы	ПК-2	4. Геомеханика. Общие понятия о напряжениях в земной коре 5. Базовые понятия об упругих свойствах горных пород. Оценка прочностных свойств горных пород, критерии разрушения. 6. Оценка порового давления и эффективных напряжений
	<b>Зачет</b>	ПК-2	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 2					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Семестр 2

#### Текущий контроль

#### 1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3

Определение количества флюида.

Определение проницаемости для пучка капиллярных трубок.

Трещинно-матричная пористость

Карбонатная порода с различными видами пор.

Движение по трещинам.

Движение флюидов по каналам растворения.

Проницаемость систем пор матрицы-канал растворения.

Распределение пор по размерам.

Распределение насыщенностей в пласте-коллекторе.

Определение количества флюида.

Определение проницаемости для пучка капиллярных трубок.

Трещинно-матричная пористость.

Карбонатная порода с различными видами пор. Движение по трещинам. Движение флюидов по каналам растворения.

Проницаемость систем пор матрицы-канал растворения.

## **2. Контрольная работа**

Темы 1, 2, 3

Определение удельного сопротивления раствора по солёности и пластовой температуры.

Расчет удельного сопротивления в пластовых условиях.

Определение пористости по зависимостям Арчи, Хамбла, Розалеса. Расчет глинистости.

Расчет извилистости.

Решение задач по определению пористости, проницаемости с приме

нением уравнений Кармана-Козени, математической теории фильтрационных ячеек.

Определение трещинной пористости

Коэффициент соотношения пористостей

Зависимости проницаемость-пористость для систем с двойной пористостью

Влияние механических напряжений пород-коллекторов

Решение задач по геомеханике горных пород с определением предела, прочности, упругих модулей.

Расчет статических и динамических значений модуля Юнга и коэффициента Пуассона.

Расчет влияния сжимаемости на подсчет запасов. Расчет прочности на сжатие и растяжение.

Удельное сопротивление породы и водонасыщенность

Параметр пористости

Определение удельного сопротивления пластовой воды

Связь между FR и пористостью

Корреляции между FR и извилистостью

Теоретический расчет FR

Корреляция между FR и водонасыщенностью

Корреляция между FR и проницаемостью

Удельное сопротивление глинистых коллекторов

Водонасыщенность глинистых коллекторов

Приблизительный учет глинистости

Капиллярное давление

## **3. Лабораторные работы**

Темы 4, 5, 6

Моделирование коллектора с сопряженной геомеханикой для элементарной модели.

Решение примеров задач для демонстрации возможностей разработанной процедуры итерационного, сопряженного анализа.

Эти связанные проблемы включают влияние напряжения и водонасыщенности на уплотнение в чувствительных к воде пластах;

и влияние стресс-чувствительной проницаемости на продуктивность поля.

### **Зачет**

Вопросы к зачету:

1. Пористость и проницаемость
2. Факторы, определяющие величину пористости
3. Геолого-промысловая классификация пористости
4. Геологическая классификация пористости
5. Флюидонасыщенность
6. Использование количественных значений пористости
7. Классификация проницаемостей
8. Факторы, влияющие на величину проницаемости
9. Взаимосвязь пористости и проницаемости
10. Корреляционная зависимость Козени
11. Концепция фильтрационных ячеек
12. Математическая теория фильтрационных ячеек
13. Коэффициенты, характеризующие фильтрационные ячейки
14. Параметр пористости
15. Капиллярное давление
16. Вывод уравнения капиллярного давления
17. Распределение пор по размерам
18. Смачиваемость
19. Краевой угол смачивания
20. Природные трещиноватые коллекторы
21. Проницаемость карбонатных пород и ее происхождение



22. Геологическая классификация естественных трещин
23. Инженерная классификация коллекторов с естественной трещиноватостью
24. Признаки естественных трещин
25. Петрофизические свойства естественно трещиноватых пород
26. Определение трещинной пористости
27. Коэффициент соотношения пористостей
28. Зависимости проницаемость-пористость для систем с двойной пористостью
29. Влияние механических напряжений пород-коллекторов на их свойства
30. Анализ напряжений
31. Как соленое тело влияет на стрессовые ориентации вокруг него?
32. Классификация режимов нарушения.
33. Определение порового давления.
34. Механизмы создания избыточного давления в геологических коллекторах.
35. Сколько упругих модулей (минимальное число) необходимо для полного описания изотропного и однородного?
36. Определение модуля Юнга и коэффициента Пуассона.
37. Чем меньше грязевое окно чем сложнее или проще выявить параметры бурения, такие как вес бурового раствора?
38. Может ли возникнуть избыточное давление в случае превышения скорости потока жидкости скоростью уплотнения и потери пористости?
39. Какие геомеханические исследования? Компоненты геомеханической модели.
40. Для распространения гидроразрыва давление наработки должно превышать какое основное напряжение?
41. Определение деформируемого и недеформируемого коллектора при моделировании коллектора.
42. Направления растягивающих трещин и прорывов в вертикальной скважине.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 2</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	3	20

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Сианисян Э.С. Петрофизические основы ГИС: учеб.пособие / Сианисян Э.С., Пыхалов В.В., Кудинов В.В. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2013. - 124 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=551426>
2. Нескоромных В.В. Направленное бурение и основы кернометрии: Учебник / В.В. Нескоромных. - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Красноярск: СФУ, 2015. - 336 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=464804>
3. Керимов В.Ю. Проектирование поисково-разведочных работ на нефть и газ: Учебное пособие / В.Ю. Керимов, Р.Н. Мустаев, У.С. Серикова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 200 с. - (Высшее образование) ISBN 978-5-16-010821-6 URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=536775>
4. Голик В.И. Специальные способы разработки месторождений: Учебное пособие / В.И. Голик. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 132 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=344986>
5. Красс М.С. Моделирование эколого-экономических систем: Учебное пособие / М.С. Красс. - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 272 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=398940>
6. Гриневский С.О. Гидрогеодинамическое моделирование взаимодействия подземных и поверхностных вод: Монография / С.О. Гриневский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 152 с. - (Научная мысль; Гидрогеология). ISBN 978-5-16-005256-4 URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=413174>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Капитонов, А. М. Физические свойства горных пород западной части Сибирской платформы [Электронный ресурс] : Монография / А. М. Капитонов, В. Г. Васильев. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 424 с. - ISBN 978-5-7638-2142-0. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=441169>
2. Трухин, В.И. Общая и экологическая геофизика [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Трухин, К.В. Показеев, В.Е. Куницын. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2005. - 576 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2348>
3. Климов Г.К. Науки о Земле: Учебное пособие / Г.К. Климов, А.И. Климова. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 390 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-16-005148-2 URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=237608>
4. Шилов Г.Я. , Джафаров И. С. Генетические модели осадочных и вулканогенных пород и технология их фациальной интерпретации по геолого- геофизическим данным. -М: Информационный центр ВНИИГеосистем, 2001. - 394 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=349288>
5. Теоретические основы и технологии поисков и разведки нефти и газа, 2013. - 4 / Теоретические основы и технологии поисков и разведки нефти и газа, 2013. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=426809>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

window.edu.ru - <http://window.edu.ru/resource/201/28201>  
 Неофициальный сайт МГУ - <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1161637&uri=page12.html>  
 петрофизика - [mining-enc.ru](http://mining-enc.ru)  
 петрофизика - [kpfu.ru/docs/F583504131/petrofizika193.doc](http://kpfu.ru/docs/F583504131/petrofizika193.doc)  
 петрофизика - [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org)

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Подготовка к лекциям.</p> <p>Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие - лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время. Конспектирование лекций - сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое 'конспектирование' приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.</p> <p>Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями 'важно', 'хорошо запомнить' и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения. Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.</p>
лабораторные работы	<p>Выполнение лабораторных и практических работ осуществляется на лабораторных и практических занятиях в соответствии с графиком учебного процесса. Для обеспечения самостоятельной работы преподавателями разрабатываются методические указания по выполнению лабораторной/практической работы.</p> <p>Работа с литературой, другими источниками информации, в т.ч. электронными может реализовываться на семинарских и практических занятиях. Данные источники информации могут быть представлены на бумажном и/или электронном носителях, в том числе, в сети Internet. Преподаватель формулирует цель работы с данным источником информации, определяет время на проработку документа и форму отчетности.</p> <p>Само и взаимопроверка выполненных заданий чаще используется на семинарском, практическом занятии и имеет своей целью приобретение таких навыков как наблюдение, анализ ответов сокурсников, сверка собственных результатов с эталонами.</p> <p>Решение проблемных и ситуационных задач используется на лекционном, семинарском, практическом и других видах занятий. Проблемная/ситуационная задача должна иметь четкую формулировку, к ней должны быть поставлены вопросы, ответы на которые необходимо найти и обосновать. Критерии оценки правильности решения проблемной/ситуационной задачи должны быть известны всем обучающимся.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов включает в себя:</p> <p>Выполнение практических заданий;</p> <p>При выполнении практических заданий студент руководствуется правилами, изложенными в описании работы (описание работы предоставляется преподавателем либо в электронном виде, либо на твердом носителе, либо в устной форме). Самостоятельно анализирует полученные результаты и делает соответствующие выводы. Самостоятельная работа проводится, для более глубокого усвоения дисциплины, приобретения навыков работы с литературой, документами, первоисточниками и т.п.</p> <p>Рекомендуемая литература сообщается преподавателем на вводных занятиях</p> <p>Самостоятельная работа включает 2 этапа:</p> <p>1й - организационный;</p> <p>2й - закрепление и углубление теоретических знаний.</p> <p>На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уяснение задания на самостоятельную работу;</li> <li>- подбор рекомендованной литературы;</li> <li>- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.</li> </ul> <p>Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.</p> <p>Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Студентам рекомендуется получить в Библиотечно-информационном центре института учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины. Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы. Вопросы тем необходимо изучить по хрестоматийным источникам (учебники, учебные пособия и пр.), где материал излагается в наиболее доступной форме, а затем переходить к более глубокому усвоению вопросов выбранной темы, используя рекомендованную и иную литературу. В процессе исследования литературных источников рекомендуется составлять конспект, делая выписки с учетом темы и методических указаний.</p> <p>В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.</p> <p>В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.</p>
устный опрос	<p>Методические рекомендации при подготовке к устному опросу</p> <p>При подготовке к устному опросу изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях. Дорабатывать свои конспекты, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
контрольная работа	<p>Методические указания к выполнению контрольной работы.</p> <p>Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями в области физиологии и биохимии растений. К ее выполнению необходимо приступить только после изучения тем дисциплины.</p> <p>Целью контрольной работы является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.</p> <p>Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;</li> <li>2) выработка навыков самостоятельной работы;</li> <li>3) выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.</li> </ol> <p>Контрольные выполняются студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Тема контрольной работы известна и проводится она по сравнительно недавно изученному материалу.</p> <p>Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя.</p> <p>Ключевым требованием при подготовке контрольной работы выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, четко и логично излагать свои мысли. Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.</p>
зачет	<p>Подготовка студента к зачету включает в себя три этап:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа в течение семестра;</li> <li>- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса.</li> <li>- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах.</li> </ul> <p>Литература для подготовки рекомендуется преподавателем. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников. Студент вправе сам придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации.</p> <p>Основным источником подготовки является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем.</p> <p>Зачет проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа экзаменатор может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. На подготовку к ответу по вопросам билета студенту дается 30 минут с момента получения им билета.</p> <p>Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время сессии для систематизации знаний.</p>

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Петрофизика и геомеханика" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian



Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Петрофизика и геомеханика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 21.04.01 "Нефтегазовое дело" и магистерской программе "Разработка месторождений трудноизвлекаемых и нетрадиционных углеводородов".