


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол №10 от «08» апреля 2020 г..

Зав. кафедрой  /Ковалева Л.А.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

дисциплина НЕФТЕГАЗОВАЯ РЕОЛОГИЯ

(наименование дисциплины)

Б1.В.ДВ.02.01 вариативная часть, дисциплина по выбору

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)

03.04.01 Прикладные математика и физика.

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки


Моделирование нефтегазовых процессов и технологий

(наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

магистр

(квалификация)


<p>Разработчик (составитель) <u>Доцент, кандидат физико-математических наук,</u> <u>доцент.</u> <i>(должность, ученая степень, ученое звание)</i></p>	<p> / <u>Сагитова Ч.Х.</u> <i>(подпись, Фамилия И.О.)</i></p>
---	---

Для приема: 2020 г.

Уфа 2020 г.

Составитель / составители: Сагитова Ч.Х.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «08» апреля 2020 №10

Заведующий кафедрой  / Л.А.Ковалева

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
Приложение 1а (для очной формы обучения)	15-19
Приложение 1б (для очно-заочной формы обучения)	20-24
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	9
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	12
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	14
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)

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

ОК-1 - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

ПК-1 - способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств

Табл. 1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать основные методы анализа и синтеза для решения задач связанных с нефтегазовой реологией.	ОК-1	
	Знать современные реологические модели для моделирования нефтегазовых процессов.	ПК-1	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть основными понятиями реологии, методами решения задач при моделировании нефтегазовых процессов.	ОК-1	
	Владеть методами измерения вязкости на современном оборудовании.	ПК-1	

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нефтегазовая реология» относится к вариативной части

Дисциплина изучается у магистров на 2 курсе в 4 семестре.

Цель дисциплины: Целью учебной дисциплины «Нефтегазовая реология» является приобретение студентами комплексных знаний:

- о реологических свойствах нефтепродуктов, как в жидком, так и в газообразном состояниях;
- о реологических моделях для моделирования нефтегазовых процессов;
- о реометрии для разработки новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях, и самостоятельного решения задач нефтегазовых процессов с помощью современной аппаратуры.

«Нефтегазовая реология» одна из дисциплин профиля, которая позволяет представить реологию как часть физической теории, обобщающей экспериментальные и практические исследования в различных областях прикладной физики.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с общим курсом физики, «Гидрогазодинамикой», «Физикой насыщенных сред» у бакалавров, «Механикой жидкости и газа» у магистров и способствует формированию у будущих специалистов принципов физического и инженерного подхода к моделированию нефтегазовых процессов, в сфере нефтегазодобычи и транспортировки нефти и газа.

Знания, полученные в результате освоения курса «Нефтегазовая реология» позволяют решать теоретические и практические задачи, связанные с моделированием нефтегазовых процессов. Поэтому, изучение дисциплины является одним из необходимых элементов подготовки специалистов по данному направлению.

«Нефтегазовая реология» одна из дисциплин профиля, которая позволяет представить реологию как часть физической теории, обобщающей экспериментальные и практические исследования в различных областях прикладной физики.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с общим курсом физики, «Гидрогазодинамикой», «Физикой насыщенных сред» у бакалавров, «Механикой жидкости и газа» у магистров и способствует формированию у будущих специалистов принципов физического и инженерного подхода к моделированию нефтегазовых процессов, в сфере нефтегазодобычи и транспортировки нефти и газа. Без знания вязкостных свойств нефти и газа, основных законов реологии, физико-химических характеристик сырья и протекающих в них физических процессов невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке техники и организации технологических процессов.

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

Содержание рабочей программы обучения представлено в Приложении № 1 (а).

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

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

ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап	Знать: основные методы анализа и синтеза для решения задач связанных с нефтегазовой реологией. Знать: основные методы анализа и синтеза для решения задач связанных с нефтегазовой реологией.	Имеет фрагментарные знания, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Уверенно знает профессиональную лексику, готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; знает основы делового общения.
Второй этап	Уметь: использовать полученные знания для анализа и объяснения фундаментальных явлений и эффектов, а так же результатов практических исследований в области моделирования нефтегазовых процессов.	Не умеет научно анализировать социокультурные, общественно значимые проблемы и процессы.	Уверенно проводит анализ социокультурных, общественно значимых проблемы и процессы; проблемы соотношения техники и технических наук, научного познания и инженерно-технической деятельности.
Третий этап	Владеть: основными понятиями реологии, методами решения задач при моделировании нефтегазовых	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных

	процессов	инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач
--	-----------	---	---

ПК-1 способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап	Знать: современные реологические модели для моделирования нефтегазовых процессов	Имеет фрагментарные знания, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Уверенно знает профессиональную лексику, готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; знает основы делового общения.
Второй этап	Уметь: самостоятельно решать задачи нефтегазовых процессов с помощью современной аппаратуры - Реометрии, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	Не умеет научно анализировать социокультурные, общественно значимые проблемы и процессы.	Уверенно проводит анализ социокультурных, общественно значимых проблемы и процессы; проблемы соотношения техники и технических наук, научного познания и инженерно-технической деятельности.
Третий этап	Владеть: методами измерения вязкости на современном оборудовании и информационными технологиями с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта работы	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач

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

Этапы освоения	Результаты обучения	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
----------------	---------------------	--	--------------------

1-й этап Знания	Знать основные методы анализа и синтеза для решения задач связанных с нефтегазовой реологией.	ОК-1	Тест № 1 Тест № 2 централизованное компьютерное тестирование http://moodle.bashedu.ru/ Контрольная работа
	Знать современные реологические модели для моделирования нефтегазовых процессов.	ПК-1	
2-й этап Умения	Уметь использовать полученные знания для анализа и объяснения фундаментальных явлений и эффектов, а так же результатов практических исследований в области моделирования нефтегазовых процессов.	ОК-1	Лабораторные занятия: 1. отчеты и сдача теории по лабораторным работам; 2. презентации (для очно-заочной формы обучения), конспекты по самостоятельной работе.
	Уметь самостоятельно решать задачи нефтегазовых процессов с помощью современной аппаратуры - Реометрии, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	ПК-1	
3-й этап Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть основными понятиями реологии, методами решения задач при моделировании нефтегазовых процессов.	ОК-1	Зачет
	Владеть методами измерения вязкости на современном оборудовании.	ПК-1	

Критерии оценки итогового контроля.

Зачет.

Зачет выставляется по следующим критериям:

- результат теста
- выступление с презентацией (очно-заочная форма обучения)
- выполнение, отчет и сдача лабораторной работы
- посещаемость.

При невыполнении требований сдается зачет по вопросам представленным ниже.

Вопросы к зачету:

1. Дисперсные системы. Дисперсность и гетерогенность. Деление *дисперсных систем по агрегатному состоянию. Лиофобные и лиофильные системы. Свободно-дисперсные и связно-дисперсные системы. Классификация нефтей.*
2. Нефть и нефтепродукты. Низкомолекулярные и высокомолекулярные соединения нефти. Смолы, асфальтены, карбоиды, карбены.
3. Межмолекулярные взаимодействия. Дальнодействующие (ориентационные, индукционные, дисперсионные) и короткодействующие. Модели коллоидно-дисперсного строения нефтяных систем. Фрактальные структуры. Кривая Коха, треугольник Серпинского.

4. Основы реологии. Упругое, вязкое, поведение Пластичность. Модели Максвелла, Кельвина, Бингама- Шведова.
5. Модель Максвелла (Вывод формулы). Аналог в электрических схемах.
6. Модель Кельвина. (Вывод формулы). Аналог в электрических схемах.
7. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Нелинейно-вязкие жидкости (вязкопластичные среды, псевдопластики, дилатантные жидкости) и их реологические модели.
8. Среда с нестационарными реологическими характеристиками. Тиксотропные и реопектические жидкости. Петля гистерезиса для тиксотропных жидкостей. Вязкоупругие жидкости.
9. Полная реологическая кривая. Зависимость скорости сдвига от напряжения сдвига. Структурообразование в нефтяных системах.
10. Явления переноса. Диффузия. Теплопроводность. Вязкость газов и жидкостей. Зависимость вязкости от температуры и давления. Отличие вязкости газов от вязкости жидкостей. Единицы измерения. Кинематическая вязкость.
11. Уравнение Френкеля-Андраде. Энергия активации вязкого течения. Отличие вязкости газов от вязкости жидкостей. Единицы измерения. Кинематическая вязкость.
12. Методы измерения вязкости. Измерительные приборы. Ротационные вискозиметры. Принцип работы реометров CS и CR типов. Цилиндрическое устройство и устройство «конус-плита». Рабочие формулы, последовательность измерений на ротационных вискозиметрах.

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний.

Пример тестовых заданий

1. Гетерогенность характеризует наличие:
 - 1) частиц одного размера
 - 2) межфазной поверхности
 - 3) частиц разного размера
2. Гель - это...
 - 1) связно-дисперсное состояние;
 - 2) свободно-дисперсное состояние;
 - 3) молекулярный раствор;
 - 4) ВМС
3. Какое соединение не относится к низкомолекулярным:
 - 1) Алканы;
 - 2) Ароматика;
 - 3) Смолы
 - 4) Циклоалканы.
4. Покажите цепочку взаимопревращений в высокомолекулярных соединениях:
 - 1) УВ – смолы – асфальтены – карбоиды - карбены
 - 2) УВ – асфальтены – смолы – карбены – карбоиды
 - 3) УВ – смолы – асфальтены – карбены – карбоиды
 - 4) УВ – асфальтены - смолы - карбены – карбоиды
5. Единица измерения динамической вязкости в системе СИ
 - 1) стокс (Ст)
 - 2) пуаз (П)
 - 3) м²/с
 - 4) Па·с.

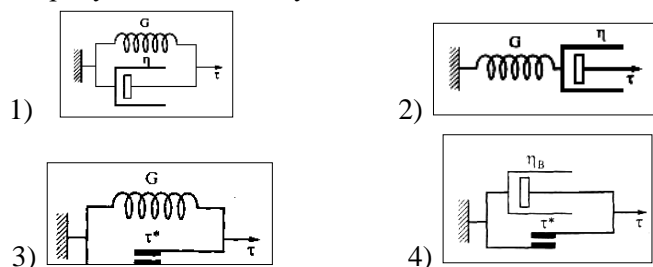
6. Вязкость жидкостей с увеличением температуры

- 1) Уменьшается
- 2) Увеличивается
- 3) Не изменяется

7. Уравнение Френкеля

- 1) $\eta = A \cdot e^{\frac{B}{T^2}}$
- 2) $\eta = C \cdot e^{\frac{E}{RT}}$
- 3) $\eta = e^{A+\frac{B}{T}}$

8. Какой рисунок соответствует модели Бингама



9. Вязко-пластичные жидкости

- 1) $\tau = \mu * \gamma$
- 2) $\tau = k * \gamma^n$, где $n > 1$
- 3) $\tau = k * \gamma^n$, где $n < 1$
- 4) $\tau = \tau_0 + \mu * \gamma$

10. Ротационные вискозиметры Реотест 2. и Реотест 2.1 относятся к типу реометров ... и измерительной системе...

- 1) SC – реометр, устройство «Серле»
- 2) SR – реометр, устройство «Серле»
- 3) SC – реометр, устройство «Куэтта»
- 4) SR – реометр, устройство «Куэтта»

Тест № 2 Централизованное компьютерное тестирование <http://moodle.bashedu.ru/> (25 вопросов).

Ознакомиться с лекциями преподавателя и пройти повторное тестирование студенты очной и очно-заочной формы обучения могут в системе дистанционного обучения БашГУ sdo.bashedu.ru/

Темы презентаций (для очно-заочной формы обучения):

1. Мировые запасы природного газа, месторождения. В каких состояниях может находиться газ? Газогидраты. Химический состав природного газа, физические свойства.
2. Методы измерения вязкости газов в промышленных условиях, в лабораториях. Зависимость вязкости газов от давления.
3. Сжиженный природный газ. Способ получения, технология сжижения, хранение, транспортировка.
4. Уравнение реального газа, теоретическая и экспериментальная изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры, фазовые диаграммы.

5. Мировые запасы нефти. Какие нефти, где добываются. Классификация нефти.
6. Сланцевые нефти. Добыча. Недостатки и достоинства. Методики исследования свойств.
7. Битумные нефти. Способ добычи, трудности. Методики исследования свойств.
8. Измерение вязкости нефти в пластовых условиях. Методики, вискозиметры. Зависимость вязкости нефти от давления и состава растворенных газов
9. Обводненные месторождения. Когда и зачем используется вода?
Контроль качества нефти. Методы удаления воды из нефти, влияние воды на вязкость нефти.

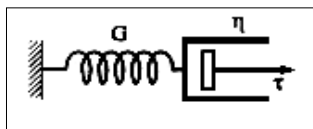
Каждый студент выступает на практических занятиях с презентацией, дает информацию о нефтяных дисперсных системах и методах измерения их вязкости.

Некоторые темы самостоятельной работы могут быть оформлена в виде конспектов, часть в виде презентации, но в обсуждении данной темы на практических занятиях участвует вся группа.

Контрольная работа

Вариант 1

1. Модель Максвелла (последовательное соединение упругого и вязкого элементов).



Вывести формулу $\tau = \tau_0 e^{-t/t_p}$ зависимости напряжения сдвига от времени для механической модели.

2. Аналог реологической модели Максвелла в электрических схемах (параллельное соединение емкости и сопротивления)

Вывести формулу $U = U_0 e^{-t/RC}$

Методика оценивания контрольных работ

Зачтено:

- выставляется студенту, если задачи решены абсолютно верно;
- выставляется студенту, если при правильном ответе в задачах опущены некоторые промежуточные этапы решения или допущены непринципиальные ошибки в исходных уравнениях;
- выставляется студенту, если одна задача решена правильно, а по второй задачи присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа (задача решена наполовину);

Не зачтено:

- выставляется студенту, если верно записана только часть необходимых исходных уравнений, при этом отсутствуют какие-либо математические преобразования, направленные на получение ответа или они ошибочны.
- ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе или когда ответ не соответствует условию задачи.

Темы самостоятельных работ:

1. Межмолекулярные взаимодействия. Дальнедействующие (ориентационные,

- индукционные, дисперсионные) и короткодействующие.
2. Фрактальные структуры. Кривая Коха
 3. Треугольник Серпинского. Размерность Хаусдорфа.
 4. Виды деформаций: сжатия, растяжения, сдвига, кручение. Закон Гука для этих деформаций

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины не предусмотрен.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Тетельмин В.В. Нефтегазовое дело — Долгопрудный : Интеллект, 2009
2. Тетельмин В.В. Энергия нефти и газа — Долгопрудный : Интеллект, 2010
3. Тетельмин В.В. Основы бурения на нефть и газ : Учебное пособие — Долгопрудный : Интеллект, 2009

Дополнительная литература:

4. Сафиева Р.З. Физикохимия нефти. Физико-химические основы технологии переработки нефти — М. : Химия, 1998 .— 448 с.
5. Шукин Е.Д. Коллоидная химия : учебник для бакалавров — М. : Юрайт, 2012 .— 444 с.
6. Дмитриева В.Ф. Основы физики — 4-е изд., стер. — М. : Высшая школа, 2009 .— 527 с.
7. Батуева И.Ю. и др. Химия нефти – Л.: Химия, 1984 – 360 с.
8. Рогачев, М. К. . Реология нефти и нефтепродуктов — Уфа: [УГНТУ], 2000
9. Гафаров Ш.А. Физические процессы в добыче нефти. Основы реологии нефти : — Уфа: УГНТУ, 2000 .— 75с.
10. Гафаров Ш.А. Физика нефтяного пласта: Учебное пособие — Уфа: УГНТУ, 1999 .— 86с.
11. Гельфман, М. И. Коллоидная химия — СПб.: Лань, 2010 .— 336 с.
(URL:<http://e.lanbook.com/>)
12. Усманов С. М. Релаксационная поляризация диэлектриков: Расчет спектров времен диэлектрической релаксации .— М. : Физматлит, 1996 .— 143с.

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

1. Учебные материалы по физике - механика, термодинамика, электродинамика, электростатика, оптика, квантовая физика: http://www.omsknet.ru/acad/fr_elect.htm
2. Физическая энциклопедия в 5-ти томах: <http://www.elmagn.chalmers.se>

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

<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
1	2	3
<p>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>5. Помещения для самостоятельной работы: Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж), Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж), аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p>	<p>Аудитория № 218 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, кондиционер (сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2, экран настенный с электроприводом Classic Lyra 203x203 (E195x195/1 MW-L8/W), ноутбук HPMini 110-3609er Atom N455/2/250/WiFi/BT/Win7St/10.1"/1.29кг, проектор BenQ MX520 (9H.J6V77.13E/9H.J6V77.13F).</p> <p>Читальный зал №1 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p>Читальный зал №2 Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p>Аудитория №406 Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе Asus – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier, МФУ Куосега; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRU Corp – 6 шт.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.№104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Windows Professional 8 Russian. OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Microsoft Office Standart 2013 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Нефтегазовая реология на 4 семестр

(наименование дисциплины)

Очно-заочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	38,7
лекций	22
практических/ семинарских	-
лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	69,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма контроля:

зачет 4 семестр

контрольная работа 4 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/С ЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Дисперсные системы. Дисперсность и гетерогенность. Деление дисперсных систем по агрегатному состоянию. Лиофобные и лиофильные системы. Свободно- дисперсные и связно-дисперсные системы. Классификация нефтей. Нефть и нефтепродукты. Низкомолекулярные и высокомолекулярные соединения нефти. Парафиновые, нафтенопарафиновые, ароматические углеводороды, смолы, асфальтены, карбоиды, карбены.	4				1. § 3.5.4. - 3.5.7. 4. § 2.3 1. § 3.5.1- 1. 3.5.3. 4. гл.1 7. гл. 1		
2.	Тест №1			1	4		Подготовка к тестированию по материалам лекций 1-2	Тестирование
3.	Межмолекулярные взаимодействия. Дальнодействующие (ориентационные, индукционные, дисперсионные) и	2			5,3		7. гл.4	Конспект по теории Разбор материала

	краткодействующие. Модели коллоидно-дисперсного строения нефтяных систем. Фрактальные структуры. Кривая Коха, треугольник Серпинского.						1. § 3.5.4. 4. § 2.3 – 2.4 7. гл. 1	
4.	Основы реологии. Упругое, вязкое, поведение Пластичность. Модели Максвелла, Кельвина, Бингама-Шведова. Модели Максвелла и Кельвина в электрических цепях (вывод формул)	2			4	1. § 4.1.1. - 4.1.4. 5. гл. 11		
5.	Реологические свойства дисперсных систем. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Нелинейно-вязкие жидкости (вязкопластичные среды, псевдопластики, дилатантные жидкости) и их реологические модели.	2				1. § 4.3.1. - 4.3.4.		
6.	Виды деформаций: сжатия, растяжения, сдвига, кручение. Закон Гука для этих деформаций.				4		1. гл. 2,3 7. §2.1,2.2	Конспект по теории Разбор материала
7.	Структурообразование в дисперсных системах. Полная реологическая кривая. Зависимость скорости сдвига от напряжения сдвига. Структурообразование в нефтяных системах.	2				4. § 3.5.1.-3.5.4 5. гл. 11		
8.	Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, вязкость. Общее уравнение переноса. Уравнение Фика, Фурье и Ньютона. Длина свободного пробега.	2				6. § 45 5.гл.10 §10.8		

9.	Вязкость жидкостей. Зависимость вязкости от температуры и давления. Уравнение Френкеля-Андрате. Энергия активации. Отличие вязкости газов от вязкости жидкостей. Единицы измерения. Кинематическая вязкость.	2				1. § 3.8.3.		
10	Методы измерения вязкости и пластичности нефтепродуктов. Измерительные приборы. Капиллярные и ротационные вискозиметры. Принцип работы реометров CS и CR типов. Цилиндрическое устройство и устройство «конус-плита». Рабочие формулы, последовательность измерений на ротационных вискозиметрах.	2				1. § 4.2.1. - 4.2.2. 4. § 3.1 2. гл.3		
11	Выступление с презентациями	4			6		Подготовка презентаций	
12	Тест №2			1	8		Подготовка к тестированию по материалам лекций 4-11	Централизованное компьютерное тестирование http://moodle.bashedu.ru/
13	Система дистанционного обучения БашГУ sdo.bashedu.ru/			1	4		Повторение пройденного материала (лекции)	Повторное тестирование по всему пройденному материалу
14	Контрольная работа			1	2		Подготовка к письменной контрольной	Письменная контрольная работа

							работе	
15	<p>Лабораторная работа № 1 Измерение динамической вязкости и определение энергии активации вязкого течения на ротационном вискозиметре РЕОТЕСТ 2 или РЕОТЕСТ 2.1.</p> <p>Лабораторная работа № 2 Исследование структурных свойств дисперсных систем и определение предельного напряжения сдвига.</p> <p>Лабораторная работа №3 Определения коэффициента вязкости воздуха на установке ФПТ 1-1.</p> <p>Лабораторная работа №4 Определение вязкости светлых нефтепродуктов на капиллярном вискозиметре ВПЖ 4.</p>			3	6		<p>Подготовка к лабораторной работе №1</p> <p>Подготовка к лабораторной работе №2</p> <p>Подготовка к лабораторной работе №3</p> <p>Подготовка к лабораторной работе №4</p>	<p>Отчет, устный ответ на контрольные вопросы</p> <p>Отчет, устный ответ на контрольные вопросы</p> <p>Отчет, устный ответ на контрольные вопросы</p> <p>Отчет, устный ответ на контрольные вопросы</p>
	Всего часов:	22		16	69,3			

