


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 5 от «12» январь 2022 г..

Зав. кафедрой  /Ковалева Л.А.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

дисциплина НЕФТЕГАЗОВАЯ РЕОЛОГИЯ

(наименование дисциплины)

ФТД.01 Факультативная дисциплина


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

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)
03.04.01 Прикладные математика и физика.

Направленность (профиль) подготовки
Цифровые модели нефтегазовых месторождений

Квалификация
магистр
(квалификация)


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

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель / составители: Сагитова Ч.Х.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «12» апреля 2022 №5

Заведующий кафедрой  / Л.А.Ковалева

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	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	ПК-1. Знать современные реологические модели для решения задач связанных с нефтегазовой реологией.	Знать современные реологические модели для моделирования нефтегазовых процессов.
		ПК-1. Уметь применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов при моделировании нефтегазовых процессов.	Уметь самостоятельно решать задачи нефтегазовых процессов с помощью современной аппаратуры - Реометрии, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
		ПК-1. Владеть основными понятиями реологии, методами решения задач при моделировании нефтегазовых процессов и методами измерения вязкости на современном оборудовании	Владеть методами измерения вязкости на современном оборудовании

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нефтегазовая реология» относится к факультативной части формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается у магистров ДО на 1 курсе в 1 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. 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.

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.

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 .

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

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 решения задач связанных с нефтегазовой реологией	Имеет фрагментарные знания, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Демонстрирует всестороннее знание методов исследования в области физики и нефтегазовой реологии
Второй этап	Уметь применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов при моделировании нефтегазовых	Не умеет решать конкретные прикладные задачи, связанные с моделированием нефтегазовых	Уметь применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и

	процессов	процессов.	процессов при моделировании нефтегазовых процессов
Третий этап	Владеть основными понятиями реологии, методами решения задач при моделировании нефтегазовых процессов и методами измерения вязкости на современном оборудовании	Не владеет основными понятиями реологии и современными инструментальными средствами измерения вязкости.	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 оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-1	Знать современные реологические модели для моделирования нефтегазовых процессов.	1) Проработка лекций и тестирование по пройденной теме: Тест № 1 Тест № 2 2) Централизованное компьютерное тестирование в системе http://moodle.bashedu.ru/ или в системе СДО Итоговый тест
	Уметь самостоятельно решать задачи нефтегазовых процессов с помощью современной аппаратуры - Реометрии, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	Лабораторные занятия: 1. отчеты и сдача теории по лабораторным работам; 2. доклады в виде презентации, конспекты по самостоятельной работе.
	Владеть методами измерения вязкости и пластичности нефтепродуктов на современном оборудовании.	Зачет

Критерии оценки итогового контроля.

Зачет.

Зачет выставляется по следующим критериям:

- результатам тестов
- выступлением с презентацией
- 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. Среды 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-Андрате. 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) m^2/c
- 4) Па·с.

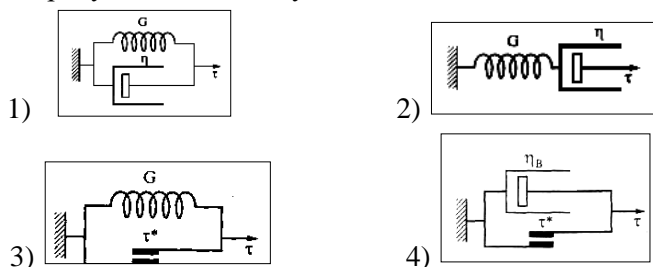
6. Вязкость жидкостей с увеличением температуры

- 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. Который 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 визкозиметры 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»

Самостоятельная работа

Проработка лекций и тестирование в системе СДО

<https://sdo.bashedu.ru/course/view.php?id=328>

Тест №1

Тест №2

Итоговое тестирование

Централизованное компьютерное тестирование <http://moodle.bashedu.ru/> (25 вопросов) или в СДО

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:

- 1) Методы измерения вязкости газов в промышленных условиях, в лабораториях. Зависимость вязкости газов от давления.
- 2) Измерение вязкости нефти в пластовых условиях. Методики, вискозиметры. Зависимость вязкости нефти от давления и состава растворенных газов.
- 3) Обводненные месторождения. Контроль качества этих нефтей. Методы удаления воды из нефти, влияние воды на вязкость нефти.
- 4) Методика измерения вязкости прибором Гепплера.
- 5) Капиллярная вискозиметрия. Типы капиллярных вискозиметров.
- 6) CR – реометрия
- 7) CS – реометрия.
- 8) Влияние вязкости состава и структуры индивидуальных жидкостей.
- 9) Влияние температуры и давления на вязкость.
- 10) Зависимость вязкости жидкостей от их плотности уравнение Бачинского.
- 11) Определение вязкости методом сдувания тонкого слоя жидкости.
- 12) Вибрационная вискозиметрия.
- 13) Сущность метода ультразвуковой вискозиметрии.
- 14) Измерение вязкоупругости. Эффект Вайссенберга. Факторы. Обуславливающие вязкоупругость жидкостей.
- 15) Модель Максвелла. Сравнить с аналогами реологических моделей в электрических схемах.
- 16) Модель Кельвина. Сравнить с аналогами реологических моделей в электрических схемах.
- 17) Модель Бингама - Шведова.
- 18) Битумные нефти. Методики исследования вязкости битумных нефтей.

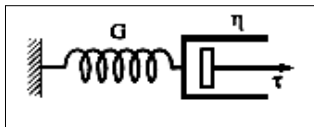
Каждый студент выступает на практических занятиях с презентацией, дает информацию о нефтяных дисперсных системах и методах измерения их вязкости.

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 не принципиальные 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.

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, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>

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

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
1	2	3
Учебная аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).	Лекции	<p style="text-align: center;">Наименование оборудования</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, кондиционер(сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2, экран настенный с электроприводом ClassicLyra 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 style="text-align: center;">Программное обеспечение</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>
<p>Аудитория № 422 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p>	<p>Лабораторные работы</p>	<p>Наименование оборудования</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска аудиторная 1000*3000 зеленая, копировальный аппарат Canon FC-224, монитор 17" Samsung Syncmaster 783 DF – 2 шт., персональный компьютер в комплекте №1 KlamaSoffice, монитор DELL 21, прибор "Реотест" и "Реотест 2.1", стол лабор. с мойкой СЛ-03-МСК 900*600*900, столешница-керамогранит, нерж. мойка, стол лабораторный СЛ-04-МСК, металлический – 8 шт., термостат медицинский TW-2.02, шкаф металлический, весы аналитические WA-31</p> <p>Программное обеспечение</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>
<p>Читальный зал №2, аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное), система централизованного тестирования БашГУ</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Наименование оборудования</p> <p>Читальный зал №2</p> <p>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</p> <p>Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе: SOC -1150 Asus Intel Core i3-4150.4096 mb.1024 mb.64bit DDR3. монитор 23, клавиатура, мышь – 4 шт.; Кондиционер (сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2 21013600003093, МФУ Kyocera V2030 DN 21013400003069; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRUCorp – 6 шт.</p> <p>Программное обеспечение</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>

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Нефтегазовая реология на 1 семестр

(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	1 /36
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	34,7
лекций	10
практических/ семинарских	-
лабораторных	24
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	1,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма контроля:

зачет 1 семестр

контрольная работа 1 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.	2				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			2	0,5		Подготовка к тестированию по материалам лекций 1-2	Тестирование
3.	Межмолекулярные взаимодействия. Дальнодействующие (ориентационные, индукционные, дисперсионные) и	0,5					7. гл.4	Проработка лекций в СДО

	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					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.						1. гл. 2,3 7. §2.1,2.2	Проработка лекций в СДО
7.	Структурообразование в дисперсных системах. Полная реологическая кривая. Зависимость скорости сдвига от напряжения сдвига. Структурообразование в нефтяных системах.	0,5					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.	0,5					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.	0,5				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						Подготовка презентаций	
12	Тест №2			2	0.3		Подготовка к тестированию по материалам лекций 4-11	Тест 2 в СДО
13	Система дистанционного обучения БашГУ sdo.bashedu.ru/						Повторение пройденного материала (лекции)	Итоговое тестирование в СДО или системе moodle
14	Контрольная работа				0,5		Подготовка к письменной контрольной работе	Письменная контрольная работа

15	Лабораторная работа № 1 Измерение динамической вязкости и определение энергии активации вязкого течения на ротационном вискозиметре РЕОТЕСТ 2 или РЕОТЕСТ 2.1.			4			Подготовка к лабораторной работе №1	Отчет, устный ответ на контрольные вопросы
	Лабораторная работа № 2 Исследование структурных свойств дисперсных систем и определение предельного напряжения сдвига.			4			Подготовка к лабораторной работе №2	Отчет, устный ответ на контрольные вопросы
	Лабораторная работа №3 Определения коэффициента вязкости воздуха на установке ФПТ 1-1.			4			Подготовка к лабораторной работе №3	Отчет, устный ответ на контрольные вопросы
	Лабораторная работа №4 Определение вязкости светлых нефтепродуктов на капиллярном вискозиметре ВПЖ 4.			4			Подготовка к лабораторной работе №4	Отчет, устный ответ на контрольные вопросы
	Лабораторная работа №5 Определение вязкости жидкости методом падающего шарика			4			Подготовка к лабораторной работе №5	Отчет, устный ответ на контрольные вопросы
Всего часов:		10		24	1,3			

