

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Институт геологии и нефтегазовых технологий

Проректор



**Программа дисциплины**

Б1.В.ДВ.1 Физико-химическая механика нефтяных дисперсных систем

Направление подготовки: 04.06.04 Химические науки

Профиль подготовки:

02.00.13 Нефтехимия

Квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения очная

Язык обучения: русский

Казань 2015

## **1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ**

Программа настоящей дисциплины построена как необходимый минимум знаний об основах физико-химической механики нефтяных дисперсных систем, о термодинамике физических и химических превращений углеводородного сырья, необходимых при проведении научных исследований. В дисциплине рассматриваются научно-практические основы фазовых превращений в нефтяных дисперсных системах, влияющих на суммарную скорость физико-химических процессов и качество получаемых нефтепродуктов

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина Б1.В.ДВ.1 «Нефтехимия» относится к циклу дисциплин по выбору  
Осваивается на 2 курсе (4 семестр).

Для успешного освоения данной дисциплины нужно хорошо знать следующие темы: «Химия нефти и газа», «Химическая технология переработки природных энергоносителей», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Дополнительные главы органической химии», «Поверхностные явления и дисперсные системы»

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен

знать:

- особенности физико-химических свойств и состава нефтей в зависимости от глубины залегания, способов добычи, подготовки, транспорта и глубокой их переработки;
- научно-практические представления о различных моделях и типах сложных структурных единиц (ССЕ);
- теоретические и экспериментальные модели механизмов формирования и разрушения ССЕ;
- особенности формирования, существования и условия самопроизвольного разрушения (пептизации) сложных агрегативных комбинаций в нефтяных дисперсных системах (НДС);
- взаимосвязь степени упорядочения молекул с учетом экономической целесообразности и природоохранных мероприятий с современным состоянием ведения технологических процессов в нефтехимии и нефтепереработке;
- основные способы регулирования размеров ССЕ в нефтяных агрегативных дисперсиях для решения вопросов интенсификации технологических процессов;
- основы проведения технологических процессов переработки нефтяных систем;
- основные и важнейшие особенности коллоидного состояния НДС;
- основы теории нерегулируемых межмолекулярных взаимодействий (ММВ) и фазовых переходах, где заложены теоретические представления о нефти, как о молекулярных растворах нефти;
- основы теории регулируемых внешними воздействиями ММВ и фазовых переходов, базирующиеся на постулатах физико-химической технологии нефти;
- особенности физико-химических свойств и состава нефтей в зависимости от глубины залегания, способов добычи, подготовки, транспорта и глубокой их переработки;
- научно-практические представления о различных моделях и типах сложных структурных единиц (ССЕ);
- теоретические и экспериментальные модели механизмов формирования и разрушения ССЕ;
- особенности формирования, существования и условия самопроизвольного разрушения (пептизации) сложных агрегативных комбинаций в НДС;
- взаимосвязь степени упорядочения молекул с учетом экономической целесообразности и природоохранных мероприятий с современным состоянием ведения технологических процессов в нефтехимии и нефтепереработке;

- основные способы регулирования размеров ССЕ в нефтяных агрегативных дисперсиях для решения вопросов интенсификации технологических процессов;
- основы проведения технологических процессов переработки нефтяных систем;
- основные и важнейшие особенности коллоидного состояния НДС;
- основы теории нерегулируемых межмолекулярных взаимодействий (ММВ) и фазовых переходах, где заложены теоретические представления о нефти, как о молекулярных растворах нефти;
- основы теории регулируемых внешними воздействиями ММВ и фазовых переходов, базирующиеся постулатами физико-химической технологии нефти;

уметь:

- применять модели для описания реологического поведения дисперсных систем;
- рассматривать основные типы ММВ, их физическое и термодинамическое описание, практическое приложение ММВ к решению задач в области переработки нефти и газа;
- рассматривать молекулярные свойства веществ и растворов для процессов приготовления дисперсных систем при изучении свойств дисперсионных сред, процессов сольватации и др.
- анализировать закономерности поведения нефтяной системы в период ее добычи, транспорта и переработки не только в молекулярном, но и в дисперсном состояниях;
- изучать закономерности формирования и разрушения надмолекулярных структур, существенно влияющих на эффективность применяемых технологий получения, применения и хранения продукции нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий;
- оценивать влияние технологических условий переработки нефтяного и другого углеводородного сырья на качество получаемых нефтепродуктов и эффективность технологических процессов;
- с учетом имеющейся инструментальной базы грамотно провести анализ и оценку дисперсного состояния (термодинамической устойчивости, релаксационных и тиксотропных характеристик ССЕ, фазовых состояний в процессе превращения) рассматриваемой нефтяной системы;
- используя принятые научные концепции и единые терминологические походы в объяснении фазовых превращений проводить адекватный сравнительный анализ современных результатов исследований проводимых в настоящее время и ранее;
- на основе представлений о структуре нефтяного сырья и возможности формирования при низких и высоких температурах свободно- и связанно-дисперсных систем анализировать и давать оценку создаваемым новым технологиям переработки нефтяных дисперсных систем;
- рассматривать общие закономерности кинетики и оптимизации технологических процессов;

владеть:

- навыками осуществления нерегулируемых межмолекулярных взаимодействий (ММВ) фазовых переходов.
- способами регулирования размеров ССЕ в нефтяных агрегативных дисперсиях для решения вопросов интенсификации технологических процессов;
- техникой проведения технологических процессов переработки нефтяных систем;

демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-2	готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук
ОПК-3	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
ПК-7	владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования нефтяного сырья и нефтепродуктов
ПК-8	понимание сущности и социальной значимости профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности, связанную с актуальными проблемами процессов химической переработки нефтяного сырья
ПК-9	владение теоретическими основами, связанными с химизмом, термодинамикой и кинетикой современных процессов нефте- и газопереработки, а также особенностями классических реакций и моделированием технологических процессов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, среди которых лекции – 18 часов, практические занятия – 18 часов, самостоятельная работа аспиранта (СРА) – 72 часа.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет в 4 семестре.

	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Лабораторные работы</b>	<b>Самостоятельная работа</b>
1.	Введение в дисциплину. Общие сведения о нефтяных дисперсных системах	4	1			2
2.	Современные представления о низкомолекулярных и высокомолекулярных соединениях нефти и их склонности к	4	1,5	2		5

	взаимодействиям					
3.	Представления о первичных структурных единицах НДС – надмолекулярных структурах	4	1,5	2		6
4.	Модель строения сложной структурной единицы, закономерности ее поведения в нефтяной системе	4	1	2		6
5.	Свойства НДС и некоторые методы их исследования	4	2	1,5		8
6.	Кинетика и механизм изменения размеров и свойств ССЕ	4	2	1,5		7
7.	Компонентный состав высокомолекулярной части нефти	4	1	2		6
8.	Классификация нефтяных дисперсных систем	4	1	2		5
9.	Физико-химические свойства дисперсионной среды НДС	4	2	1,5		7
10.	Структурно-механическая прочность и устойчивость НДС против расслоения	4	2	1,5		8
11.	Интенсификация технологических процессов регулированием фазовых переходов. Теоретические и технологические основы интенсификации процесса обессоливания нефти	4	1,5	1		6
12.	Технологические основы и процессы переработки нефтяных дисперсных систем.	4	1,5	1		6

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Введение в дисциплину. Общие сведения о нефтяных дисперсных системах.**

Традиционные представления о нефтях и нефтепродуктах. Образование нефтяных дисперсных систем. Концепция рассмотрения физических и химических превращений компонентов нефти именно на начальных стадиях фазообразования в нефтяных системах – теория НДС. Изменение размеров ядра и адсорбционно-сольватного слоя структурных единиц НДС. Исторический обзор работ ученых, внесших большой вклад в развитие коллоидной химии НДС (С. Р. Сергиенко, Г. И. Фукса, Г. Нейман, П. А. Ребиндера, Б. В. Дерягша, Е. Д. Щукина, С. С. Воюцкого и др.)

Научные основы структуры нефтяных дисперсных систем. Современные представления о низкомолекулярных и высоко-молекулярных соединениях нефти и их склонности к химическим и физическим взаимодействиям. Закон пропорциональности энергии ассоциирования соединений в точках фазовых переходов (кристаллизация, возгонка, испарение) молекулярной массе. Радикально-молекулярное взаимодействие.

##### **Тема 2. Современные представления о низкомолекулярных (НМС) и высокомолекулярных соединениях (ВМС) нефти и их склонности к взаимодействиям.**

Углеводородные (УВ) соединения, гетеросоединения нефти, особенности их строения и свойств. Основные параметры соединений (длина связи, энергия разрыва и прочность связи, химическая активность соединения и др.). Химические и физические связи между атомами (группами атомов) и молекулами, различия между ними. Типы межмолекулярных взаимодействий (ММВ). Ван-дер-ваальсовы силы, образование комплексов, радикально-

молекулярное взаимодействие. Энергия межмолекулярного взаимодействия реальных нефтяных смесей. Силы поверхностного натяжения.

### **Тема 3. Представления о первичных структурных единицах НДС – надмолекулярных структурах.**

Надмолекулярная структура. Концентрация насыщения ВМС. Обратимые и необратимые надмолекулярные структуры. Упорядоченные и неупорядоченные структуры. Физические ассоциаты, физико-химические ассоциаты и химические комплексы (комплексы), условия их образования и разрушения. Отклонения физико-химических свойств НДС, содержащих надмолекулярные структуры, от поведения истинных растворов. Релаксация нефтяной системы. Закономерности образования физических ассоциатов и химических комплексов. Упорядоченные и неупорядоченные структуры. Модель строения ССЕ, кинетика изменения размеров и свойств и закономерности ее поведения в нефтяной системе. Новых представлениях о нефти и нефтяных остатках, развиваемых в ряде работ. Особенности формирования в нефтяных системах из ВМС надмолекулярных структур. Условия образования простейших (первичных) структурных единиц или зародышей.

### **Тема 4. Модель строения сложной структурной единицы, закономерности ее поведения в нефтяной системе.**

Специфические свойства надмолекулярных структур из ВМС, отличные от свойств неструктурированных жидкостей и твердых тел больших размеров. Простейшая (первичная) структурная единица или зародыш. Модель строения и свойства ССЕ. Радикалы. Стадии формирования ССЕ с компенсированной поверхностной энергией из активных ССЕ.

### **Тема 5. Свойства НДС и некоторые методы их исследования.**

Дисперсное состояние системы, ее дисперсность и степень структурирования. Выбор наиболее эффективных параметров внешнего воздействия на нефтяные системы. Методы определения дисперсности НДС. Прямые и косвенные методы. Седиментационные методы. Кондуктометрия. Гель-проникающая хроматография (ГПХ). Электронная микроскопия. ЯМР-спектроскопия. Диэлектрическая спектроскопия. ЭПР-спектроскопия. Спектрофотометрия в инфракрасной области. Спектрофотометрия. Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях. Диэлектрическая спектроскопия. Колориметрия. Фотоколориметрия. Дифференциальная спектрофотометрия и фотоколориметрия. Эмиссионная и атомно-абсорбционная пламенная спектрометрия. Флуориметрия. Рефрактометрия. Поляриметрия. Физико-химические методы анализа. Хроматография. Адсорбционная, распределительная, ионообменная хроматография. Способы хроматографического разделения: хроматография на колонках, на бумаге, в тонком слое сорбента. Газовая хроматография.

Теория строения битумов. Роль асфальтенов, смол и масел в формировании структуры. Роль поверхностных явлений в дисперсных системах. Контактные взаимодействия частиц. Гипотетическая модель ССЕ. Физико-химические основы регулирования структурных и фазовых превращений в битумах. Поверхностная активность.

Нефтяные растворы. Второй закон термодинамики. Концентрационные зависимости термодинамических параметров. Идеальный раствор. Ассоциаты в нефтяных растворах.

Тепловое и броуновское движение. Степень внутренней упорядоченности жидкостей. Диффузия и осмос. Процессы переноса. Первый закон Фика. Вязкость. Основной закон вязкого течения Ньютона. Уравнение Эйнштейна. Энтропийный фактор. Оптические свойства. Закон Ламберта-Бера. Электрофизические свойства. Перенос заряда в жидкостях. Электрическая проводимость органических полупроводников.

Процессы формирования ССЕ из молекулярных растворов. межмолекулярные взаимодействия углеводородных и неуглеводородных соединений нефти. Устойчивость НДС. Обратимые и

необратимые НДС. Закономерности развития упругой, пластической и высокоэластической деформации. Физическое и химическое агрегирование полиядерных НДС.

### **Тема 6. Кинетика и механизм изменения размеров и свойств ССЕ**

Силы ММВ дисперсионной среды (Растворяющая сила – РС, агрегирующая сила – АС). Движущая сила агрегирования. Первое экстремальное состояние. Второе экстремальное состояние. Агрегирование и дезагрегирование надмолекулярной структуры. Движущая сила изменения размеров ССЕ. Критические размеры надмолекулярной структуры и сольватной оболочки. Кинетика изменения толщины сольватного слоя ССЕ при взаимодействии ее с дисперсионной средой, обладающей энергией ММВ. Изменение толщины надмолекулярного слоя (ассоциата), изменение устойчивости, структурно-механической прочности. Изменение толщины сольватной оболочки надмолекулярной структуры и ее диаметра под действием РС среды.

Количественные и качественные изменения. Стадии изменения размеров составных частей ССЕ под действием различных факторов. Механизмы агрегирования и дезагрегирования надмолекулярных структур в средах с различной растворяющей способностью. Движущая сила изменения размеров ССЕ.

### **Тема 7. Компонентный состав высокомолекулярной части нефти.**

Неуглеводородные (нУВ) компоненты нефти – смолы и асфальтены. Соотношение нУВ в нефтях в зависимости от их возраста и разной химической природы. Взаимные превращения углеводородных и смолисто-асфальтеновых веществ нефти при различных термических воздействиях. Мальтены и асфальтены. Методы исследования надмолекулярной структуры асфальтенов. Карбены и карбоиды. Исследование коллоидно-химических свойств битумов. Поверхностная активность нефтяных остатков.

Основные характеристики легких и средних нефтей. Неуглеводородные компоненты нефти. Оценка динамики роста глубины переработки нефтей. Химическая природа нефти. Использование в исследованиях современных методов анализа. Гипотетические модели асфальтеновой молекулы. Исследование коллоидно-химических свойств высоковязких нефтей (ВВН) и природных битумов (ПБ).

### **Тема 8. Классификация нефтяных дисперсных систем**

Классификация нефтей. Классификация НДС по степени дисперсности. Структурированные и неструктурированные системы. Наполненные и ненаполненные нефтяные системы. Расчет теоретической прочности твердых тел. Нефтяные газы и жидкости.

### **Тема 9. Физико-химические свойства дисперсионной среды НДС**

Нефтяные растворы. Второй закон термодинамики. Концентрационные зависимости термодинамических параметров. Идеальный раствор. Ассоциаты в нефтяных растворах.

Тепловое и броуновское движение. Степень внутренней упорядоченности жидкостей. Диффузия и осмос. Процессы переноса. Первый закон Фика. Вязкость. Основной закон вязкого течения Ньютона. Уравнение Эйнштейна. Энтропийный фактор. Оптические свойства. Закон Ламберта-Бера. Электрофизические свойства. Перенос заряда в жидкостях. Электрическая проводимость органических полупроводников.

### **Тема 10. Структурно-механическая прочность и устойчивость НДС против расслоения**

Механические свойства НДС. Кинетика перехода первичных ССЕ во вторичные. Процессы физического и химического структурирования ССЕ. Механизмы агрегирования ССЕ. Методы определения структурно-механической прочности и устойчивости НДС против расслоения НДС. Методы регулирования устойчивости и активности НДС.

**Тема 11. Интенсификация технологических процессов регулированием фазовых переходов. Теоретические и технологические основы интенсификации процесса обессоливания нефти.**

Аналогии между фазовыми переходами в нефтяных системах и адсорбционными явлениями на поверхности адсорбентов и катализаторов. Два критических состояния ССЕ. Закономерности изменения физико-химических свойств НДС. Критические состояния НДС. Оптимизация технологических процессов на НПЗ. Конкурирующие межмолекулярные взаимодействия. Механизм формирования ССЕ при смешении двух нерастворяющихся друг в друге жидкостей. Экстремальные состояния ССЕ. Механизмы интенсификации процесса обессоливания с помощью добавок.

**Тема 12. Технологические основы и процессы переработки нефтяных дисперсных систем.**

Общие принципы интенсификации технологических процессов переработки нефти. Формирование ССЕ при изменении внешних воздействий. Подготовка и первичная переработка нефти. Первичная и вакуумная перегонка нефти.

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

На лекциях: занятия проводятся в интерактивной форме (презентация Microsoft PowerPoint, показ видеороликов)

Практические занятия проводятся в диалоговом режиме, устраиваются дискуссии, разбор конкретных ситуаций, проводится сдача коллоквиумов, результаты обобщения литературных данных докладываются на семинарах, интерактивных конференциях и вебинарах различного уровня, проводятся мастер-классы экспертов и специалистов.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**Вопросы к практическим занятиям**

**Тема 1.**

1. Дать следующие определения: молекулярно-дисперсная система, макрофаза, НДС.
2. Что способствует образованию НДС.

**Тема 2.**

1. Охарактеризовать регулярные и нерегулярные соединения.
2. Перечислить типы физических межмолекулярных взаимодействий. Условия их проявления. Привести примеры.
3. Что необходимо знать для подсчета суммарной энергии межмолекулярного взаимодействия реальных нефтяных смесей?

**Тема 3.**

1. Дать следующие определения: концентрация насыщения, обратимые и необратимые надмолекулярные структуры, первичные структурные единицы, степень регулярности ВМС, коллоидные размеры, неструктурированные углеводороды.
2. Объяснить, почему для неструктурированных углеводородов и структур больших размеров, чем размеры коллоидных частиц, отношение объемной энергии к поверхностной энергии стремится к бесконечности, а для первичных структур, состоящих из двух молекул, равны. С чем это связано?



3. Охарактеризовать понятие «метастабильное состояние».
4. Релаксация нефтяной системы. Провести обзор в БД Scopus, WoS.

#### **Тема 4.**

1. Привести примеры процессов нефтеперерабатывающей отрасли, применяющихся для удаления структур, формирующихся в результате межмолекулярных взаимодействий ВМС
2. Дать определение: когезия, адгезия, поверхностная энергия, экстремальное состояние
3. Привести примеры простейшей структурной единицы
4. Привести примеры зародышей на основе различных технологических процессов собственных НИР.
5. Назвать типы надмолекулярной структуры
6. На примере собственных НИР привести примеры формирования ССЕ

#### **Тема 5.**

1. Какие преимущества дает переработка, хранение, транспорт углеводородного сырья в экстремальном состоянии?
2. От чего зависит выбор наиболее эффективных параметров внешнего воздействия на нефтяные системы?
3. Привести примеры свойств, влияющих на эксплуатационные характеристики нефтяных систем
4. От чего зависит выбор конкретного метода определения степени дисперсности НДС. Привести примеры конкретных методов.
5. Охарактеризовать связь степени дисперсности НДС с растворяющей способностью ее среды.
6. Охарактеризовать дифференциальные и интегральные характеристики дисперсности НДС
7. На каких свойствах основаны хроматографические методы разделения и анализа нефтяных систем. Привести примеры применения конкретных методов.
8. Привести примеры дифракционных методов анализа. В чем основной принцип действия.
9. Какую информацию об НДС можно получить с применением следующих методов анализа: ЯМР-спектроскопия, ЭПР-спектроскопия, колориметрия, рефрактометрия?

#### **Тема 6.**

1. Каковы условия протекания процесса агрегирования?
2. Как можно влиять на кинетику технологических процессов дисперсных систем, обладая знаниями о строении ССЕ?
3. Охарактеризовать механизм агрегирования и дезагрегирования надмолекулярной структуры в среде с различной растворяющей способностью. В каких случаях будет изменяться размер надмолекулярной структуры (ядра) и толщина сольватного слоя, а в каких случаях только – толщина сольватного слоя ССЕ? Как изменяется устойчивость и структурно-механическая прочность НДС в зависимости от растворяющей способности среды.
4. Дать определения: осадитель, плохой осадитель, плохой растворитель, экстремальный растворитель, хороший растворитель.

#### **Тема 7.**

1. Объяснить, для чего необходимо деление высокомолекулярной части нефти на компоненты. На чем основано их разделение на мальтены и асфальтены? Метод

разделения мальтенов на компоненты: масла, смолы бензольные, смолы спиртобензольные.

2. Привести методы исследования надмолекулярной структуры асфальтенов.
3. Почему при исследовании размеров надмолекулярных структур асфальтенов, их молекулярных масс различными методами получаются различные результаты?

#### **Тема 8.**

1. Классификация нефтей.
2. Классификация НДС по степени дисперсности.
3. Структурированные и неструктурированные системы.
4. Наполненные и ненаполненные нефтяные системы.
5. Расчет теоретической прочности твердых тел.

#### **Тема 9.**

1. Объяснить второй закон термодинамики.
2. Концентрационные зависимости термодинамических параметров.
3. Объяснить понятие «Идеальный раствор».
4. Структура ассоциатов в нефтяных растворах.
5. Тепловое и броуновское движение.
6. Степень внутренней упорядоченности жидкостей.
7. Понятие диффузии и осмоса.
8. Какие бывают процессы переноса.
9. Первый закон Фика.
10. Основной закон вязкого течения Ньютона.
11. Уравнение Эйнштейна.
12. Энтропийный фактор.
13. Перечислить оптические свойства.
14. Закон Ламберта-Бера.
15. Электрофизические свойства.
16. Как происходит перенос заряда в жидкостях.
17. Рассказать об электрической проводимости органических полупроводников.

#### **Тема 10.**

1. Механические свойства НДС.
2. Кинетика перехода первичных ССЕ во вторичные.
3. Процессы физического и химического структурирования ССЕ.
4. Механизмы агрегирования ССЕ.
5. Методы определения структурно-механической прочности и устойчивости НДС против расслоения НДС.
6. Методы регулирования устойчивости и активности НДС.

#### **Тема 11.**

1. Аналогии между фазовыми переходами в нефтяных системах и адсорбционными явлениями на поверхности адсорбентов и катализаторов.
2. Два критических состояния ССЕ.
3. Закономерности изменения физико-химических свойств НДС.
4. Критические состояния НДС.
5. Оптимизация технологических процессов на НПЗ.
6. Конкурирующие межмолекулярные взаимодействия.
7. Механизм формирования ССЕ при смешении двух нерастворяющихся друг в друге жидкостей.

8. Экстремальные состояния ССЕ.
9. Механизмы интенсификации процесса обессоливания с помощью добавок.

#### **Тема 12.**

1. Общие принципы интенсификации технологических процессов переработки нефти.
2. Формирование ССЕ при изменении внешних воздействий.
3. Подготовка и первичная переработка нефти.
4. Первичная и вакуумная перегонка нефти.

Самостоятельная работа: обучающиеся работают с лекционным материалом, осуществляют поиск и анализ материалов из рекомендованных литературных и электронных источников информации по заданным темам, перевод материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков для более глубокого понимания материала.

## **7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **7.1. Регламент дисциплины**

Дисциплина относится к блоку дисциплин по выбору. Сроки проведения занятий и промежуточной аттестации определяются учебным планом и утвержденным расписанием. В течение семестровых занятий при самостоятельной подготовке и в ходе участия в семинарских занятиях аспиранты могут набрать максимально 50 баллов.

Итоговая форма контроля – зачет (50 баллов).

### **7.2. Оценочные средства текущего контроля**

Проводятся лекции разного типа:

*Вводная лекция* – дает первое целостное представление об учебном предмете и ориентирует обучающегося в системе работы по данному курсу. Лектор знакомит обучающихся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки специалиста. Дается краткий обзор курса, вехи развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках курса, а также дается анализ учебно-методической литературы, рекомендуемой аспирантам, уточняются сроки и формы отчетности.

*Лекция-информация.* Ориентирована на изложение и объяснение аспирантам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию.

*Обзорная лекция* – это систематизация научных знаний на высоком уровне, допускающая большое число ассоциативных связей в процессе осмысления информации, излагаемой при раскрытии внутрипредметной и межпредметной связи, исключая детализацию и конкретизацию. Как правило, стержень излагаемых теоретических положений составляет научно-понятийная и концептуальная основа всего курса или крупных его разделов.

*Проблемная лекция.* На этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания аспирантов в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Содержание проблемы раскрывается путем организации поиска ее решения или суммирования и анализа традиционных и современных точек зрения.

*Лекция-визуализация* представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (натуральных объектов – реактивов, деталей машин; изображений установок, рисунков, фотографий, слайдов; символических, в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей).

*Бинарная лекция* – это разновидность чтения лекции в форме диалога двух преподавателей (либо как представителей двух научных школ, либо как ученого и практика, преподавателя и студента).

*Лекция с заранее запланированными ошибками* рассчитана на стимулирование аспирантов к постоянному контролю предлагаемой информации (поиск ошибки: содержательной, методологической, методической, орфографической). В конце лекции проводится диагностика слушателей и разбор сделанных ошибок.

*Лекция-конференция* проводится как научно-практическое занятие, с заранее поставленной проблемой и системой докладов, длительностью 5-10 минут. Каждое выступление представляет собой логически законченный текст, заранее подготовленный в рамках предложенной преподавателем программы. Совокупность представленных текстов позволит всесторонне осветить проблему. В конце лекции преподаватель подводит итоги самостоятельной работы и выступлений аспирантов, дополняя или уточняя предложенную информацию, и формулирует основные выводы.

*Лекция-консультация* может проходить по разным сценариям. Первый вариант осуществляется по типу «вопросы – ответы». Лектор отвечает в течение лекционного времени на вопросы обучающихся по всем разделу или всему курсу. Второй вариант такой лекции, представляемой по типу «вопросы – ответы – дискуссия», является трояким сочетанием: изложение новой учебной информации лектором, постановка вопросов и организация дискуссии в поиске ответов на поставленные вопросы.

### **7.3. Примерные вопросы к зачету**

1. Развитие теоретических представлений о строении нефтей и нефтепродуктов
2. Основные свойства нефтяных дисперсных систем
3. Химическая «дефектность»
4. Различие между физическими и химическими связями
5. Фазовые переходы
6. Особенности структур асфальтенов и надмолекулярных образований
7. Структура асфальтенов
8. Гипотетическая модель асфальтеновой молекулы из ромашкинской нефти
9. Ступенчатая кривая распределения ППВ между молекулами
10. Модель ССЕ в дисперсионной среде
11. Представления о первичных структурных единицах НДС надмолекулярных структурах.
12. В чем смысл термина «упорядоченность»? Какое влияние упорядоченность оказывает на свойства композиционных материалов и на режим проведения процесса?
13. Физико-химические ассоциаты. Химические комплексы. Просто комплексы.
14. Первичные структурные единицы.
15. Упорядоченную и неупорядоченную структуры. Степень регулярности.
16. Надмолекулярные структуры коллоидных размеров. Неструктурированные углеводороды.
17. Переход нефтяной системы из неравновесного в равновесное состояние.
18. Простейшие структурные единицы.
19. Надмолекулярные структуры.
20. Привести примеры зародышей на основе различных технологических процессов.
21. Модель строения и свойства ССЕ
22. Формирование ССЕ. Привести примеры.
23. «Плохой» растворитель.
24. Первое и второе экстремальное состояние.
25. Ядро. Сольватный слой. Радиусы ядра и сольватного слоя.
26. Классификация по размерам частиц дисперсной фазы.
27. Нефть как дисперсная система.

28. Влияние учения Сюняева З.И. на научно-практические аспекты нефтегазового дела.
29. Влияние строения парафиновых углеводородов и смолисто-асфальтеновых веществ на дисперсное состояние нефти и нефтепродуктов.
30. Строение сложной структурной единицы (ССЕ).
31. Интермицеллярная жидкость.
32. Реология и вязкость в теории нефтяных дисперсных систем.
33. Применение знаний о физико-химической механике нефтяных дисперсных систем в области добычи нефти и газа.
34. Применение знаний о физико-химической механике нефтяных дисперсных систем в области транспортировки нефти, газа и нефтепродуктов.
35. Применение знаний о физико-химической механике нефтяных дисперсных систем в области хранения нефти, газа и нефтепродуктов.
36. Применение знаний о физико-химической механике нефтяных дисперсных систем в области переработки нефти, газа и нефтепродуктов.

#### 7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	Способен: - осуществлять комплексные научные исследования, в том числе с учетом знаний о строении нефтяных дисперсных систем с интерпретацией данных, полученных с применением современных методов анализа	Устный опрос
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Умеет: - на основе анализа отечественной и зарубежной специальной литературы обобщать, а также докладывать результаты исследований на семинарах и симпозиумах различного уровня	Доклад
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в	Способен: - самостоятельно осуществлять постановку цели и задач исследований, в том	Устный опрос

	соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	числе с учетом анализа полученных экспериментальных данных - разрабатывать и предлагать план проведения экспериментов с применением современных методов анализа по теме исследований	
ОПК-2	готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	Готов: Организовывать работу исследовательской группы (состоящей из студентов магистратуры и бакалавриата) по собственной тематике в области нефтехимии	коллоквиум
ОПК-3	готовность преподавательской деятельности к основным образовательным программам высшего образования	Готов: проводить практические и лабораторные занятия по дисциплинам программ подготовки бакалавров и магистров «Нефтегазовое дело», таким как «Химия нефти и газа», «Химическая технология переработки природных энергоносителей», «Органическая химия», «Дополнительные главы органической химии», «Кинетика и катализ»	коллоквиум
ПК-7	владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования нефтяного сырья и нефтепродуктов	Умеет: - проводить химические эксперименты, связанные с получением нефтепродуктов, в том числе методом синтеза новых соединений  Владеет: - аналитическими приемами исследования нефтяного сырья и нефтепродуктов, в том	коллоквиум

		числе с применением инструментальных методов анализа	
ПК-8	понимание сущности и социальной значимости профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности, связанную с актуальными проблемами процессов химической переработки нефтяного сырья	<p>Знаком:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- с сущностью и спецификой отрасли нефтехимии среди других химических наук;</li> <li>- с перспективными направлениями, основными проблемами развития нефтехимической отрасли в отечественной и зарубежной промышленности</li> </ul>	устный опрос
ПК-9	владение теоретическими основами, связанными с химизмом, термодинамикой и кинетикой современных процессов нефте- и газопереработки, а также особенностями классических реакций и моделированием технологических процессов	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями теоретических основ химизма, термодинамики и кинетики основных процессов нефтепереработки и нефтехимии</li> </ul> <p>Знаком:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- с классическими реакциями и особенностями моделирования технологических процессов нефтепереработки и нефтехимии</li> </ul>	коллоквиум

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Аспирант должен в течении всего периода обучения читать рекомендованную литературу по дисциплине, изучать интернет-источники и принимать активное участие в лекциях-конференциях, лекциях-консультациях, делать выступления с докладами по обобщенным литературным данным

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **9.1. Основная литература**

1. Кемалов А.Ф., Кемалов Р.А, Абдрафикова И.М., Гладий Е.А. Синтез и испытание ПАВ. Учебно-методическое пособие, 2015 г. – 73 с. [Электронный ресурс]: [http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/20313/03\\_117\\_001073.pdf?sequence=1](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/20313/03_117_001073.pdf?sequence=1)
2. Шипуля, А.Н. Курс лекций по органической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Шипуля, Ю.А. Безгина, Е.В. Волосова и др. – Ставрополь: Параграф, 2014. – 116 с. URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514870>

3. Коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.С. Романенко, Н.Н. Францева, Ю.А. Безгина, Е.В. Волосова. – Ставрополь: Параграф, 2013. – 52 с. - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514197>
4. Эмульсии, стабилизированные твердыми частицами: Монография / А.В. Нуштаева. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 160 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=439593>

## 9.2. Дополнительная литература

1. Шишенок, М.В. Высокмолекулярные соединения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.В. Шишенок. - Минск: Выш. шк., 2012. - 535 с. URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=508624>
2. Нефтяной комплекс России: государство, бизнес, инновации: Монография / И.В. Рогожа. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 244 с. URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=371922>
3. Химия нефти и газа: Учебное пособие / В.Д. Рябов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 336 с. URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=423151>

## 9.3. Интернет-ресурсы:

1. American Chemical Society - <http://pubs.acs.org/>
2. Thomson Reuters Newsmaker - <http://thomsonreuters.com/>
3. База данных международной издательской компании Springer - <http://www.springer.com>
4. Библиографическая и реферативная база данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Литература по нефтегазовой отрасли - <http://petrolibrary.ru/>

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Мультимедийная аудитория.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Знаниум", доступ к которой предоставлен обучающимся. Электронно-библиотечная система "Знаниум" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. Знаниум обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВО.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций по направлению подготовки.

Автор(ы): доцент, к.т.н. Кемалов Р.А.

ассистент, Абдрафикова И.М.

Рецензент(ы): доцент, к.х.н. Гайнуллин В.И.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ протокол № «1» от 15 сентября 2015 г.