




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)


**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись) Реутов В.А.  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
05 сентября 2017 г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий базовой кафедрой  
химических и ресурсосберегающих технологий  
(название кафедры)

  
(подпись) Реутов В.А.  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
05 сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей

**Направление — 18.03.01 «Химическая технология»**

профиль «Технологии химических и нефтеперерабатывающих производств»

**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 5,6  
лекции 72 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы 72 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 16 /пр. 0 /лаб. 36 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 162 час.  
в том числе с использованием МАО 52 час.  
самостоятельная работа 198 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 90 час.  
контрольные работы 2  
курсовая работа / курсовой проект нет  
зачет 5 семестр  
экзамен 5,6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 21.10.2016 № 12-13-2030.

Рабочая программа обсуждена на заседании базовой кафедры химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН протокол № 12 от 13 июня 2017 г.

Заведующая кафедрой: к.х.н., доцент Реутов В.А.  
Составитель к.х.н., доцент Патрушева О.В.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in** 18.03.01 Chemical Technology

**Profile** Technologies of chemical and petrochemical industries

**Course title:** The theoretical basis of chemical technology of natural energy..

**Variable part of Block,** 10 credits.

**Instructor:** Patrusheva O.V.

**At the beginning of the course a student should be able to:**

the ability to self-improvement and self-development in the professional sphere, to improve the general cultural level (GC-1);

readiness to use knowledge of the structure of matter, the nature of chemical bonding in various classes of chemical compounds for understanding the properties of materials and the mechanism of chemical processes occurring in the surrounding world (GPC-3).

**The purpose of the discipline:** The knowledge gained in the study of the discipline "Theoretical foundations of chemical technology of natural energy carriers" can be used to solve various technological problems in the framework of academic disciplines, in the performance of qualification works.

**Learning outcomes:**

- the ability and willingness to use the basic laws of natural sciences in professional activities OPK-1
- willingness to use knowledge of the properties of chemical elements, compounds and materials based on them to solve problems of professional activity PC-21.

**Course description:** The course “Theoretical Foundations of Existing Technologies of Natural Energy Resources” is devoted to the study of the properties of oil, coal and gas, and the regularities of the flow of various processes in the course of a technological process that allows you to calculate its necessary characteristics. This program provides the necessary knowledge for practical work

in the field of managing the processes of primary and secondary processing of oil and carbon materials.

**Main course literature:**

1. Ryabov, V.D. Khimiya nefi i gaza: Uchebnoye posobiye / V.D. Ryabov. - 2-e izd., ispr. i dop. - Moscow.: ID FORUM: NITS INFRA-M, 2014. - 336 s.

EBS «Znaniy.com»:

<http://znaniy.com/go.php?id=423151>

2. Kalinina, T.A. Khimiya nefi i gaza : uchebno-metodicheskiy kompleks / T. A. Kalinina; Dal'nevostochnyy federal'nyy universitet. - Moscow. : Prospekt, 2016. – 194 s.

EK NB DVFU:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:813407&theme=FEFU>

3. Zarifyanova, M.Z. Khimiya i tekhnologiya vtorichnykh protsessov pererabotki nefi [Elektronnyy resurs]: uchebnoye posobiye/ Zarifyanova M.Z., Puchkova T.L., Sharifullin A.V. — Kazan': Izd-vo Kazanskogo natsional'nogo issledovatel'skogo tekhnologicheskogo universiteta, 2015.— 156 c.

EBS «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/62342.html>

4. Soboleva, Ye.V. Khimiya goryuchikh iskopayemykh [Elektronnyy resurs]: uchebnik / Ye. V. Soboleva, A.N. Guseva. — Moscow.: Izd-vo Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta imeni M.V. Lomonosova, 2010.— 312 c.

EBS «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/13319.html>

5. Potekhin, V.M. Osnovy teorii khimicheskikh protsessov tekhnologii organicheskikh veshchestv i neftepererabotki. [Elektronnyy resurs] : ucheb. / V.M. Potekhin, V.V. Potekhin. — Sankt Peterburg. : Lan', 2014. — 896 s.

EBS «Lan'»:

<http://e.lanbook.com/book/53687>

**Form of final knowledge control:** credit, exam.

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей» разработана для студентов 3 курса направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Технологии химических и нефтеперерабатывающих производств» в соответствии с требованиями ФГОС ВО и ОС ВО ДВФУ по данному направлению.

Курс «Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей» относится к разделу Б1.В.ДВ.3.1 дисциплин по выбору вариативной части учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (72 час.), практические занятия (18 час.) и лабораторные занятия (72 час.), самостоятельная работа (198 час., из которых 90 час. отводится на экзамен). Дисциплина реализуется в 5 и 6 семестрах 3 курса.

Основой для изучения дисциплины необходимы знания, полученные после изучения важных для понимания курсов: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Общая химическая технология», «Высшая математика».

Курс «Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей» посвящен вопросам изучения свойств и свойствах нефти, угля и газа, закономерностей протекания различных реакций при протекании технологического процесса, что позволяет рассчитывать его необходимые важнейшие характеристики. Настоящая программа способствует получению необходимых для практической работы знаний в области управления процессами первичной и вторичной переработки нефти и углеродных материалов.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей», могут быть использованы для решения различных технологических задач в рамках учебных дисциплин, при выполнении квалификационных работ.

**Цель:** формирование системы знаний о происхождении и свойствах природных энергоносителей; о теоретических основах нефтепереработки, нефтехимического и синтеза: кинетике, термодинамике и механизмах реакций, протекающих при переработке нефти, угля.

**Задачи:**

- формирование у студентов представления о происхождении и химических и физико-химических свойствах нефти, угля, газа;

- формирование представления о направлениях переработки нефти и угля;

- формирование комплексных теоретических знаний о процессах, протекающих при переработке природных энергоносителей.

Для успешного изучения дисциплины «Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОК-1 - способность к самосовершенствованию и саморазвитию в профессиональной сфере, к повышению общекультурного уровня;

ОПК-3 - готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные термодинамические величины и методы их расчета</li> <li>- основные кинетические величины и методы их расчета</li> <li>- классы соединений, входящих в состав энергоносителей и их физические и химические свойства</li> <li>- механизмы превращения углеводородов в процессах нефтепереработки</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать различными способами термодинамические величины для химических реакций, протекающих при нефтепереработке и нефтехимических реакциях</li> <li>- рассчитывать различными способами кинетические величины нефтехимических реакций</li> <li>- определять возможные направления реакций, протекающих при нефтехимических процессах с учетом механизма реакций</li> <li>- определять направление смещения химического равновесия</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой расчета термодинамических и кинетических величин</li> <li>- навыками оценки возможности протекания нефтехимического процесса с учетом термодинамического и кинетического контроля</li> <li>-</li> </ul>

ПК-21 готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- состав, классификацию нефти, горючих газов, углей</li> <li>- химические, физико-химические свойства горючих ископаемых</li> <li>- технические характеристики природных энергоносителей</li> <li>- способы подготовки и виды переработки нефти, газа, угля</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретически рассчитывать и экспериментально определять физико-химические характеристики нефти, нефтепродукта, угля.</li> <li>- применять данные о составе природных энергоносителей для выбора технологий предподготовки и переработки природных энергоносителей</li> <li>- предположить состав продуктов процесса в зависимости от сырья, условий процесса и механизмов его протекания</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами определения физических и технических констант нефтепродуктов, угля</li> <li>- методами химического анализа нефти, нефтепродуктов и угля</li> <li>- теоретическими методами расчета физико-химических и технических характеристик процессов переработки природных энергоносителей</li> </ul>

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: проблемная лекция; лекция-презентация, работа в малых группах.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **5 семестр**

**Модуль I. Введение. Общие сведения о природных энергоносителях (4 час.)**

### **Тема 1. Введение. (2 час.)**

Цели, задачи курса. Роль нефти, газа, угля в современном мире. Общая характеристика природных энергоносителей. Объемы добычи и переработки.

### **Тема 2. Генетическая связь природных энергоносителей. (2 час.)**

Происхождение нефти, угля, газа. Общая классификация природных энергоносителей. Коастобиолиты, сапропелиты. Общая классификация каустобиолитов. Диаграмма Успенского.

## **Модуль II. Химия нефти (16 час.)**

### **Тема 3. Происхождение и классификация нефти (2 час.)**

Теории происхождения нефти. Стадии Классификация нефти. Элементный и групповой состав нефти. Химическая классификация. Техническая, технологическая классификация нефти. Состав природных энергоносителей-газа, нефти в соответствии со стадиями нефтеобразования.

### **Тема 4. Физические и физико-химические свойства нефти (4 час.)**

Физические и физико-химические свойства нефти: фракционный состав, молекулярная масса, вязкость, плотность, содержание примесей, тепловые, электрические, оптические свойства нефти. Физические свойства нефти в соответствии со стадиями нефтеобразовательного процесса.

### **Тема 5. Топливо-дисперсные системы (2 час.)**

Строение и классификация дисперсных систем. Понятие о топливо-дисперсных системах и элементах структуры дисперсной фазы - дисперсной частице. Нефть как топливо-дисперсная система. Общая характеристика нефтяных дисперсных систем. Сложная структурная единица и её характеристики, условия для разрушения.

**Тема 6. Химический состав нефти. Свойства отдельных классов соединений (10 час.)**

Алканы. Классификация алканов: линейные, разветвленные. Парафины. Церезины. Нафтены. Типы классификации нафтенных: по количеству циклов, по сочленению циклов. Ароматические соединения. Типы классификации аренов: по количеству циклов, по сочленению циклов. Смолы и асфальтены. Особенности строения. Гетероатомные соединения нефти. Кислород-, серо-, азотсодержащие соединения. Особенности строения. Классификация.



Содержание классов соединений во фракциях первичной перегонки нефти. Физические свойства. Химические превращения углеводородов при нефтепереработке.

### **Модуль III. Химия твердых энергоносителей (12 час.)**

#### **Тема 7. Происхождение твердых горючих ископаемых (4 час.)**

Предшественники углеобразования. Стадии углеобразования. Виды углей. Состав природных энергоносителей - углей, сланцев в соответствии со стадиями углеобразования.

#### **Тема 8. Классификация твердых горючих ископаемых (2 час.)**

Классификация угля: генетическая, техническая.

#### **Тема 9. Химический состав твердых горючих ископаемых (2 час.)**

Элементный и групповой состав твердых горючих ископаемых. Структура углей.

#### **Тема 10. Физические и физико-химические свойства твердых горючих ископаемых (4 час.)**

Физические свойства углей и сланцев в соответствии со стадиями углеобразовательного процесса. Физические и физико-химические свойства угля: плотность, влажность, показатель отражения, теплоемкость, теплотворная способность.

### **Модуль IV. Химия горючих газов (4 час.)**

#### **Тема 1. Классификация газов (2 час.)**

Распространенность в природе. Классификация газов-энергоносителей.

#### **Тема 2. Физические свойства и химический состав горючих газов (2 час.)**

Физические свойства природного энергоносителя - газа, в соответствии со стадиями нефтеобразовательного процесса. Элементный и групповой состав горючих газов.

### **6 семестр**

#### **Модуль I. Теоретические основы процессов переработки природных энергоносителей (8 час.)**

#### **Тема 1. Основные характеристики процессов переработки природных энергоносителей (4 час.)**

Научные основы физико-химических процессов переработки природных энергоносителей и получения углеродных материалов. Стехиометрия. Маршрут реакции. Классификация реакций. Простые и сложные реакции. Типы сложных реакций. Основные количественные характеристики химического процесса: конверсия; селективность, выход продукта.

## **Тема 2. Основные физико-химические характеристики процессов переработки природных энергоносителей (4 час.)**

Методы расчета термодинамических функций (энергии Гиббса, энтальпии, энтропии). Теоретические методы расчета энергии Гиббса химической реакции. Эмпирические методы расчета: методы расчета с учетом вкладов валентных связей; методы расчета с учетом атомно-структурных вкладов. Термодинамическая вероятность различных направлений сложных реакций переработки природных энергоносителей и получения углеродных материалов. Термодинамическая вероятность различных направлений сложных реакций в процессах нефтепереработки. Прогнозирование вероятности образования того или иного продукта.

Кинетика гомогенных реакций; кинетика реакций в гетерогенных системах; кинетика контактно-каталитических процессов, кинетика топохимических реакций. Кинетическое уравнение химического процесса и элементарной реакции. Константа скорости и энергия активации. Составление кинетических уравнений на основе схемы механизма химического процесса.

Связь термодинамики с кинетикой химического процесса. Равновесный состав продуктов сложных реакций. Методы расчета констант равновесия.

## **Модуль II. Теоретические основы подготовки к переработке и физических методов разделения природных энергоносителей (6 час.)**

### **Тема 1. Физико-химические основы разделения горючих ископаемых (2 час.)**

Виды топлив. Разделение нефти по топливному и масляному вариантам. Группы физических методов разделения, применяемых в нефтеперерабатывающей, газовой и нефтехимической промышленности. Методы разделения с изменением агрегатного состояния и без изменения агрегатного состояния.

Структурно-механические свойства нефтяных дисперсных систем. Разделение топливно-дисперсной системы. Фазовые превращения в дисперсных системах и их влияние на равновесие, кинетику процессов и свойства получаемых продуктов. Стадии коллоидно-химических превращений нефтяной дисперсной системы.

### **Тема 2. Подготовка к переработке нефти, газообразного сырья, угля (4 час.)**

Подготовка нефти и конденсата к переработке: удаление механических примесей, солей, пластовых вод. Этапы предподготовки нефти к переработке. Нефтяные эмульсии. Применение эмульгаторов, механизм действия

эмульгаторов. Этапы очистки газов. Очистка газа от механических примесей. Осушка природного газа от воды. Очистка природного и попутного газа от кислых компонентов методами адсорбции, абсорбции, хемосорбции. Окислительное выделение кислых компонентов из газов. Подготовка угля: осушка, дробление.

### **Модуль III. Переработка твердых горючих ископаемых (4 час.)**

#### **Тема 1. Теории термических превращений при получении углеродных материалов (2 час.)**

Получение кокса и технического углерода термическим методом. Теория термодеструктивных превращений в твердой фазе при получении углеродных материалов. Химические реакции, фазовые переходы. Физико-химические свойства и структура наполнителей и связующих веществ; межфазные явления. Элементы теории жидкокристаллического состояния. Теория спекания.

#### **Тема 2. Научные основы формирования структуры и свойств кокса (2 час.)**

Формирование структуры и свойств кокса в стадии его образования и технического углерода. Пластическое состояние угля. Мезофаза. Коксование – условия протекания процесса, влияние различных факторов на выход и качество продукта. Качественные характеристики кокса в зависимости от наличия пластического состояния в процессе получения.

#### **Тема 3. Методы переработки углей (самостоятельное изучение)**

Газификация твердого топлива. Термоокислительные процессы. Сульфирование. Получение полукокса. Графитация.

### **Модуль IV. Термические процессы переработки нефти (6 час.)**

#### **Тема 1. Теоретические основы термических превращений соединений при переработке нефти (4 час.)**

Типы термических процессов. Термический крекинг: основные принципы, условия протекания и разновидности процесса. Висбрекинг – понятие, область применения. Пиролиз – назначение, условия протекания, стадии процесса; сырье и продукты. Последовательно-параллельные реакции термических превращений сложных многофункциональных соединений. Определение формальных кинетических параметров и механизма термического разложения природных энергоносителей. Радикально-цепные превращения, кинетика и механизм. Условия управления процессом. Нефтяной кокс, образование, свойства. Пекование – понятие, применение метода.

## **Тема 2. Термоокислительные процессы первичной и вторичной переработки горючих ископаемых (2 час.)**

Термоокислительные процессы переработки горючих ископаемых и продуктов их переработки. Производство нефтяных битумов. Классификация и применение битумов. Окислительное битумообразование. Механизм процесса. Сырье и продукты, определение пригодности сырья. Основные факторы процесса, влияние температуры, расхода воздуха, давления. Роль перекиси водорода в термоокислительных процессах. Термодинамика и кинетика термоокислительных процессов в жидкой и твердой фазах.

## **Модуль V. Каталитические процессы переработки нефти (14 час.)**

### **Тема 1. Каталитические процессы и катализаторы (2 час.)**

Типы каталитических процессов. Общие характеристики катализаторов нефтепереработки: типы катализаторов, структура, активность, селективность. Деактивация катализаторов. Термодинамика и механизм, кинетика каталитических превращений природных энергоносителей на поверхности твердых катализаторов; адсорбция как необходимая стадия каталитических процессов; области протекания гетерогенных газофазных каталитических реакций; принцип подбора и оценки эффективности катализаторов.

### **Тема 2. Каталитический крекинг, каталитический риформинг (4 час.)**

Каталитический крекинг, каталитический риформинг: промышленное значение, катализаторы, сырье, механизм реакций, термодинамика, кинетика процесса, условия регулирования процесса. Бифункциональные и полиметаллические кластерные катализаторы – виды, принцип действия. Условия управления процессами.

### **Тема 3. Изомеризация. Алкилирование (4 час.)**

Синтез высокооктановых компонентов топлив. Промышленное значение. Алкилирование, изомеризация: назначение, катализаторы, сырье, механизм реакций, термодинамика, кинетика процесса, условия регулирования процесса.

### **Тема 4. Гидрогенизационные процессы (4 час.)**

Гидрогенизационные процессы: гидроочистка, гидрирование. Гидрокрекинг. Назначение, сырье, условия регулирования процесса. Физико – химические основы процессов гидрокрекинга, гидрогенолиза гетероорганических соединений. Промышленное значение, условия протекания, катализаторы. Термодинамика, кинетика и механизм; катализаторы гидрогенизационных процессов. Роль гидрогенизационных процессов в нефтепереработке и нефтехимии.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические работы (18 час.)**

**Занятие 1. Процессы переработки природных энергоносителей и их характеристики (6 час.)**

Маршрут реакции. Классификация реакций. Простые и сложные реакции. Типы сложных реакций.

**Занятие 2. Подготовка к разделению природных энергоносителей (6 час.)**

Виды топлив. Разделение по топливному и масляному вариантам. Физические методы разделения. Конденсатная переработка.

**Занятие 3. Переработка твердых горючих ископаемых (6 час.)**

Термические превращения. Газификация. Коксование. Получение полукокса.

### **Лабораторные работы (72 час.)**

#### **5 семестр**

**Лабораторная работа № 1. Техника безопасности в нефтехимической лаборатории (2 час.)**

**Лабораторная работа № 2. Расчет физико-химических характеристик нефти (4 час.)**

**Лабораторная работа № 3. Определение фракционного состава нефти методом простой перегонки (4 час.)**

**Лабораторная работа № 4-5. Определение вязкости, плотности, показателя преломления фракций нефти (8 час.)**

**Лабораторная работа № 6. Определение кислотного и щелочного числа нефтепродукта (4 час.)**

**Лабораторная работа № 7. Определение влажности углей (4 час.)**

**Лабораторная работа № 8. Определение содержания воды в нефти (4 час.)**

**Лабораторная работа № 9. Определение содержания влаги в углях (4 час.)**

**Заключительное занятие (2 час.)**

#### **6 семестр**

**Лабораторная работа №1. Расчет термодинамических функций эмпирическими методами. Определение вероятности протекания процесса. (4 час.)**

**Лабораторная работа № 2. Расчет кинетических функций эмпирическими методами. Определение вероятности протекания процессов (2 час.)**

**Лабораторная работа № 3. Дезмульгирование нефтяной эмульсии (4 час.)**

**Лабораторная работа № 4. Ректификация нефтепродуктов (4 час.)**

**Лабораторная работа № 5. Определение температуры замерзания нефтепродукта (4 час.)**

**Лабораторная работа № 6. Определение фракционного состава нефти на аппарате АРН в соответствии с ГОСТ (4 час.)**

**Лабораторная работа № 7. Определение температуры вспышки нефтепродукта (4 час.)**

**Лабораторная работа № 8. Определение йодного числа нефтепродукта и содержания непредельных углеводородов (4 час.)**

**Лабораторная работа № 9. Расчет содержания целевых продуктов в дистиллятах нефтехимических процессов в зависимости от условий процесса. (4 час.)**

**Заключительное занятие (2 час.)**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ Раздела	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
<b>5 семестр</b>					
1	Модуль I. Введение. Общие	ОПК-1	Знает	Устный опрос(УО-1)	с
			Умеет	Выполнение домашнего	

	сведения о природных энергоносителях		Владеет	задания, Тест (ПР-1) Отчет по лаб. работе № 1-5 (ПР-6)	
2	Модуль II. Химия нефти	ОПК-1	Знает	Устный опрос (УО-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену №12-20
			Умеет	Выполнение домашнего задания. Коллоквиум (УО-2)	
			Владеет		
		ПК-21	Знает	Устный опрос (УО-1)	
			Умеет	Лаб. работа № 4-7 (ПР-6)	
Владеет	Коллоквиум (УО-2)				
3	Модуль III. Химия твердых энергоносителей	ОПК-1	Знает	Устный опрос (УО-1)	Вопросы к экзамену № 21-25
			Умеет	Выполнение домашнего задания Коллоквиум (УО-2)	
			Владеет		
		ПК-21	Знает	Устный опрос (УО-1)	
			Умеет	Лаб. работа № 8-9 (ПР-6)	
Владеет	Тест (ПР-1)				
4	Модуль IV. Химия горючих газов	ОПК-1 ПК-21	Знает	Устный опрос (УО-1)	Вопросы к экзамену № 26-28
			Умеет	Тест (ПР-1)	
			Владеет		
<b>6 семестр</b>					
1	Модуль I. Теоретические основы процессов переработки природных энергоносителей	ОПК-1 ПК-21	Знает	Устный опрос(УО-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену №1-10
			Умеет	Лаб. работа № 1-3 (ПР-6)	
			Владеет	Выполнение домашнего задания, Тест (ПР-1) Пр. раб. 1,2 (ПР-6)	
2	Модуль II. Теоретические основы подготовки к переработке и физических методов разделения природных энергоносителей	ОПК-1 ПК-21	Знает	Устный опрос (УО-1) Конспект (ПР-7)	Вопросы к экзамену №11-17
			Умеет	Выполнение домашнего задания, Отчет по лаб работе №4 Тест (ПР-1) Коллоквиум (УО-2)	
			Владеет		
3	Модуль III. Переработка твердых горючих ископаемых	ОПК-1 ПК-21	Знает	Устный опрос (УО-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену №18-24
			Умеет	Доклад (УО-3) Коллоквиум (УО-2)	
			Владеет		
4	Модуль IV. Термические процессы переработки нефти Модуль V.	ПК-21	Знает	Устный опрос (УО-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену №25-48
			Умеет	Лаб. работа № 5-9 (ПР-6)	
			Владеет	Пр. раб. 3 (ПР-6) Выполнение домашнего задания	

	Каталитические процессы переработки нефти			Коллоквиум (УО-2)	
--	---	--	--	-------------------	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Химия нефти и газа : учебно-методический комплекс для вузов / Т. А. Калинина ; Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2008. – 194.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384586&theme=FEFU>

2. Рябов, В.Д. Химия нефти и газа: Учебное пособие / В.Д. Рябов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 336 с.

ЭБС «Znanium.com»:

<http://znanium.com/go.php?id=423151>

3. Калинина, Т.А. Химия нефти и газа : учебно-методический комплекс / Т. А. Калинина; Дальневосточный федеральный университет. - Москва : Проспект, 2016. – 194 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:813407&theme=FEFU>

4. Зарифьянова, М.З. Химия и технология вторичных процессов переработки нефти [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Зарифьянова М.З., Пучкова Т.Л., Шарифуллин А.В. — Казань: Изд-во Казанского национального исследовательского технологического университета, 2015.— 156 с.

ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/62342.html>

5. Соболева, Е.В. Химия горючих ископаемых [Электронный ресурс]: учебник / Е. В. Соболева, А.Н. Гусева. — М.: Изд-во Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, 2010.— 312 с.

ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/13319.html>



6. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. [Электронный ресурс] : учеб. / В.М. Потехин, В.В. Потехин. — СПб. : Лань, 2014. — 896 с.

ЭБС «Лань»:

<http://e.lanbook.com/book/53687>

### Дополнительная литература

1. Химия нефти и газа : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / А. И. Богомолов, А. А. Гайле, В. В. Громова и др.; под ред. В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. - Ленинград : Химия, 1981. - 359 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668910&theme=FEFU>

2. Павлов, Г.П. Химия нефти и газа : сборник задач и упражнений / Г.П. Павлов, Я. С. Каюков ; Чувашский государственный университет. - Чебоксары : Изд-во Чувашского университета, 2012. - 120 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:698905&theme=FEFU>

7. Магарил, Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти : учебное пособие для вузов / Р. З. Магарил. – М. : Университет, 2010. – 279 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:293725&theme=FEFU>

3. Технологии переработки высокоустойчивых водо-углеводородных эмульсий [Электронный ресурс]: монография/ И.Ш. Хуснутдинов [и др.]. — Казань: Изд-во Казанского национального исследовательского технологического университета, 2012.— 181 с.

ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/62309.html>

4. Корзун, Н.В. Термические процессы переработки нефти : учебное пособие / Н. В. Корзун, Р. З. Магарил. - Москва : Книжный дом Университет, 2008. - 95 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:664175&theme=FEFU>

5. Технология переработки нефти : учебное пособие для вузов : [в 4 ч.] ч. 1 . Первичная переработка нефти / В. М. Капустин ; под ред. О. Ф. Глаголевой. - Москва : КолосС, : Изд-во Российского университета нефти и газа, 2012. - 452 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:821749&theme=FEFU>

6. Расчеты химико-технологических процессов : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / А. Ф. Туболкин, Е. С. Тумаркина, Е. С. Румянцева и др.; под ред. И. П. Мухленова. - Москва : Альянс, 2015. – 47 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:777083&theme=FEFU>

7. Агабеков В.Е. Нефть и газ. Технологии и продукты переработки [Электронный ресурс]: монография/ Агабеков В.Е., Косяков В.К.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2011.— 459 с.

ЭБС «IPRbooks» :

<http://www.iprbookshop.ru/10108.html>

8. Сафиева, Р. З. Химия нефти и газа. Нефтяные дисперсные системы: состав и свойства (часть 1) : Учебное пособие. / Р.З. Сафиева. – М. : РГУ нефти и газа им. И.М. Губина, 2004. -112 с.

Единое окно доступа к образовательным ресурсам:

[http://window.edu.ru/resource/942/67942/files/gubkin\\_him02.pdf](http://window.edu.ru/resource/942/67942/files/gubkin_him02.pdf)

9. Кауфман, А.А. Теория и практика современных процессов коксования : сборник примеров задач. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. – 61 с.

Единое окно доступа к образовательным ресурсам:

<http://window.edu.ru/resource/739/28739/files/ustu346.pdf>

### **Нормативные документы**

1. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Общие технические условия.
2. ГОСТ 25543-2013 Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам.
3. ГОСТ 2177-99. Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава
4. ГОСТ 3900-85. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.
5. ГОСТ 33-2000. Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости.
6. ГОСТ 6307-75. Нефтепродукты. Метод определения наличия водорастворимых кислот и щелочей.
7. ГОСТ 32328-2013. Нефтепродукты и смазочные материалы. Определение кислотного и щелочного чисел титрованием с цветным индикатором.

8. ГОСТ 5985-79. Нефтепродукты. Метод определения кислотности и кислотного числа.
9. ГОСТ 2477-2014. Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды.
10. ГОСТ Р 52917-2008. Топливо твердое минеральное. Методы определения влаги в аналитической пробе.
11. ГОСТ 2070-82. Нефтепродукты светлые. Методы определения йодных чисел и содержания непредельных углеводородов.
12. ГОСТ 4333-2014. Нефтепродукты. Методы определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле.
13. ГОСТ Р 54279-2010 Нефтепродукты. Методы определения температуры вспышки в аппарате Пенски-Мартенса с закрытым тиглем.
14. ГОСТ Р 55660-2013. Топливо твердое минеральное. Определение выхода летучих веществ.
15. ГОСТ Р 55661-2013. Топливо твердое минеральное. Определение зольности.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Профессиональная справочная система Техэксперт:  
<http://srv-texpert-01.dvfu.ru/docs/>
2. Справочной правовой система КонсультантПлюс :  
<http://www.consultant.ru/>
3. Информационный портал "Наука и техника":  
<http://sci.informika.ru>
4. Научная электронная библиотека :  
<https://elibrary.ru/>
5. Журнал «Химия твердого топлива»  
<http://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/himija-tverdogo-topliva/>
6. Журнал «Горная промышленность»:  
<https://mining-media.ru/ru/article>
7. Журнал «Уголь»:  
<http://www.ugolinfo.ru/>
8. Журнал «Нефтепереработка и нефтехимия»  
<http://www.npnh.ru>
9. Большая энциклопедия нефти и газа:  
<http://www.ngpedia.ru/index.html>

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Для освоения дисциплины задействуется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Excel, Power Point), ChemOffice. При изучении дисциплины студентам рекомендуется использовать информационно-справочные системы «Кодекс», «Консультант».

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей» ориентирована как на самостоятельную познавательную деятельность бакалавров.

При изучении данного курса используются следующие виды работ: коллоквиум, лабораторные занятия; подготовка презентации и доклада по тематике дисциплины; защита отчетов выполненных работ; подготовка домашних письменных заданий.

При подготовке к коллоквиуму необходимо сначала ознакомиться с теоретическим материалом для самостоятельного изучения, а затем с основной и дополнительной литературой. Выучить основной теоретический материал по теме.

При подготовке презентации и доклада необходимо пользоваться материалами основной, дополнительной литературы, а также использовать поиск необходимой информации в библиографических и электронных системах. Презентация должна быть информативна, дополнять содержание доклада. Доклад должен быть продолжительностью 10-15 минут.

При работе с литературой необходимо внимательно изучать разделы, соответствующие теме занятия, при поиске информации в электронных системах необходимо правильно сформулировать поисковый запрос, лучше использовать несколько вариантов запроса для расширения возможности поиска информации в сети интернет. Использовать можно только информацию с официальных тематических сайтов или сайтов организаций.

При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, и в соответствии с ним подготовить ответы в течении всего курса по темам лабораторных работ.

Дисциплина реализуется по рейтинговой системе, допуск к экзамену осуществляется при достижении рекомендуемого уровня. В связи с этим необходимо постоянно и тщательно готовиться к занятиям в течение всего семестра.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации дисциплины требуется ноутбук для преподавателя, проектор, экран. Для лабораторных занятий необходима специализированная химическая лаборатория, оснащенная специализированной химической посудой и следующим оборудованием: аппарат ректификации нефти АРН-ЛАБ-03; термостат, аппарат для определения температуры вспышки в закрытом тигле, аппарат для определения температуры вспышки в открытом тигле, ловушка Дина-Старка, термостат жидкостный ЛАБ-ТЖ, рефрактометр, шкаф сухожаровой, муфельная печь, аналитические весы, технические весы, аппарат для определения температур кристаллизации и замерзания Линтел Кристалл-20Э.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Теоретические основы химической технологии природных  
энергоносителей»

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**  
«Технологии химических и нефтеперерабатывающих производств»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2017**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения, неделя	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час.	Форма контроля
<b>5 семестр</b>				
1	В течении семестра	Подготовка к лабораторной работе	6	Устный опрос
2	В течении семестра	Подготовка отчетов к лабораторной работе	6	Отчет по лабораторной работе
3	4-6	Выполнение индивидуального домашнего задания	6	Письменная работа
4	5-6	Подготовка к контрольной работе	6	Письменная работа
5	7-9	Выполнение индивидуального домашнего задания	6	Письменная работа
6	8-9	Подготовка к практической работе	6	Письменная работа
7		Подготовка к коллоквиуму 1	6	Устный опрос
8	10-13	Выполнение индивидуального домашнего задания	6	Оценка презентации, доклада, участия в обсуждении
9		Подготовка к практической работе	6	Тест
10	12-13	Подготовка к коллоквиуму 2	6	Устный опрос
11	14	Подготовка к практической работе	6	Письменная работа
12	15	Подготовка к зачету	6	Зачет
13	18	Подготовка к экзамену	36	Экзамен
<b>6 семестр</b>				
1	В течении семестра	Подготовка к лабораторной работе	4	Устный опрос
2	В течении семестра	Подготовка отчетов к лабораторной работе	4	Отчет по лабораторной работе
3	4-6	Выполнение индивидуального домашнего задания	4	Письменная работа
4	6-7	Подготовка к проверочной работе	4	Тест
5	7-8	Подготовка презентации и доклада	4	Оценка презентации, доклада, участия в обсуждении
6	9-10	Подготовка к коллоквиуму 1	4	Устный опрос

7	11-12	Выполнение индивидуального домашнего задания	4	Оценка презентации, доклада, участия в обсуждении
8	13-14	Подготовка к контрольной работе	2	Тест
9	16-17	Подготовка к коллоквиуму 2	2	Устный опрос
10	16-17	Подготовка к практической работе	4	Письменная работа
11	18	Подготовка к экзамену	54	Экзамен

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Подробное описание теоретической основы самостоятельной работы освещено в разделе I «Структура и содержание теоретической части курса».

На самостоятельную работу выносятся: подготовка к лабораторным занятиям, включающая изучение методики, теоретического материала и написание отчета после выполнения работы; выполнение многовариантных домашних заданий; подготовка к контрольным работам; включающая изучение теоретического материала и методов решения типовых задач; самостоятельное изучение тем теоретической части дисциплины, включающая создание презентации и подготовку доклада в 6 семестре; изучение теории и терминологии в соответствии с темой занятия с целью овладения материалом, опрос которого проводится в устной форме во время проведения коллоквиума и в виде письменных тестов.

При подготовке к лабораторным работам необходимо ознакомиться с сущностью метода, лежащего в основе работы; ходом выполнения работы; оборудованием и реактивами, которые необходимы для выполнения работы; ознакомиться с инструкцией по эксплуатации специального оборудования.

При выполнении домашних заданий необходимо ознакомиться как с теоретическим материалом, там и с примерами решения типовых задач.

При подготовке к письменным работам необходимо ознакомиться с материалом для самостоятельного изучения, а затем с материалами из основной и дополнительной литературы, выучив основные моменты и положения.

При подготовке коллоквиумам необходимо работать не только с лекционным материалом, но и использовать литературные источники. При работе с литературой необходимо внимательно изучать разделы, соответствующие вопросам коллоквиума.



*Работа с книгой.* Изучать материал, относящийся к данной теме, следует по одному или нескольким из рекомендованных учебников (список рекомендуемой литературы приведен после требований к результатам изучения курса). Если возникают трудности при работе с основными учебниками, можно изучить соответствующую тему по дополнительной литературе, но затем следует обязательно вернуться к данной теме в учебнике. Для поиска необходимых сведений в учебнике можно использовать предметный указатель в конце учебника.

При поиске информации в электронных системах информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимо правильно сформулировать поисковый запрос, лучше использовать несколько вариантов запроса для расширения возможности поиска информации. Так же возможен поиск необходимой, не входящей в список основной или дополнительной литературы, однако можно воспользоваться только информацией с официальных тематических сайтов или сайтов организаций.

При подготовке презентации и доклада необходимо пользоваться материалами основной, дополнительной литературы, а также использовать поиск необходимой информации в библиографических и электронных системах. Найденную информацию необходимо проанализировать, обобщить, структурировать; последовательно и логично оформить в виде презентации в программе Microsoft Office Power Point и доклада.

### ***Вопросы к лабораторным работам***

#### *5 семестр*

##### Лабораторная работа № 2.

1. Формулы Воеводина, Крэга для расчета средней молекулярной массы.
2. Аддитивные свойства средней молекулярной массы нефти.
3. Характеристический фактор. Его роль в расчетах физических характеристик нефти и нефтепродуктов.
4. Взаимосвязь кинетической, динамической, условной вязкости.
5. Формулы расчета относительной плотности, виды плотности.
6. Физический смысл кривой фракционного состава.

##### Лабораторная работа № 3.

1. Определение нефтепереработка, нефтехимия.
2. Химическая классификация нефти.
3. Фракционный состав нефти.

4. Фракции первичной разгонки нефти и их температурный диапазон.
5. Прямогонный бензин, керосин, дизель. Качество нефтепродуктов первичной перегонки нефти.
6. Какую информацию можно получить из кривой фракционного состава.
7. Виды перегонки нефти.
8. Как связана температура и средняя молекулярная масса нефтепродукта?

#### Лабораторная работа № 4-5.

1. Определение относительной плотности.
2. Сравнительная характеристика методов определения плотности нефти.
3. Какие бывают нефти по величине плотности?
4. Виды вязкости.
5. Физический смысл кинематической и динамической вязкости.
6. Оптические свойства нефти.
7. Как зависит друг от друга относительная плотность и вязкость.

#### Лабораторная работа № 6.

1. Определение: кислотное число.
2. Перечислить классы соединений нефти, которые обладают кислотными свойствами.
3. Каков состав нефтяных кислот. Привести примеры.
4. Для изучения чего определяют кислотное число.
5. Какие органические кислоты обладают наибольшей коррозионной активностью?
6. Сущность метода определения кислотного числа.
7. Определение: щелочное число.
8. Перечислить классы соединений, входящие в состав нефти и имеющие основные свойства.
9. Сущность метода определения щелочного числа.
10. Для чего необходимо определять щелочное число

#### Лабораторная работа № 7.

1. Определение: влажность углей.
2. Виды влаги в углях.
3. Причины накопления влаги в углях.
4. В каких типах углей влаги содержится больше и почему?
5. При каких температурах проводится анализ влаги.
6. В соответствии с каким ГОСТ проводится анализ.
7. Как содержание влаги в углях связано со стадиями углефикации углей?

Лабораторная работа № 8.

1. Сущность метода Дина-Старка.
2. В каком состоянии вода находится в нефти?
3. Определение: азеотроп.
4. Как влияет вода на качество нефтепродуктов?
5. Каковы значения содержания воды в нефтепродуктах соответствии с ГОСТ?

Лабораторная работа № 9.

1. Виды влажности углей.
2. Сущность метода определения общей влаги.
3. Сущность метода определения внутренней влаги.
4. Как влага удерживается внутри куска угля?

*6 семестр*

Лабораторная работа № 1.

1. Методы расчета энтальпии, энтропии.
2. Методы расчета энергии Гиббса.
3. Когда применяют эмпирические методы расчета термодинамических функций?
4. Как определить вероятность протекания нефтехимических реакций по термодинамическим данным?
5. Термодинамический контроль реакции.

Лабораторная работа № 2.

1. Методы расчета константы равновесия.
2. Методы расчета скорости химической реакции.
3. Как определить вероятность протекания равновероятных процессов по кинетическим данным?
4. Кинетический контроль реакции.
5. Как определить вероятность протекания нефтехимических реакций по кинетическим данным?
6. Как определить какое вещество будет иметь наибольший выход в нефтехимическом процессе?

Лабораторная работа № 3.

1. Типы нефтяных дисперсных систем.

2. Структура нефтяной эмульсии.
3. Методы разделения эмульсий.
4. Типы деэмульгаторов.
5. Принцип действия деэмульгаторов.

#### Лабораторная работа № 4.

1. Определение: ректификация.
2. Цель процесса ректификации.
3. Виды ректификации.
4. Применение ректификации в промышленности.

#### Лабораторная работа № 5.

1. Какими методами может проводиться очистка нефтепродуктов от аренов.
2. Какие сорбенты можно использовать для очистки от аренов нефтепродуктов.
3. Какие вещества можно использовать в качестве десорбента?
4. Какое применение могут иметь выделенные ароматические углеводороды?

#### Лабораторная работа № 6.

1. Сущность метода определения фракционного состава по ГОСТ.
2. Конструкция аппарата АРН-2 и порядок его эксплуатации.
3. Для чего необходимо осуществлять разгонку нефти.
4. По какой схеме осуществляется процесс перегонки нефти?

#### Лабораторная работа № 7.

1. Определение: температуры вспышки, температура воспламенения, температура самовоспламенения.
2. От чего зависит температура вспышки?
3. Методы определения температуры вспышки.
4. Каким методом определяют температуру вспышки светлых нефтепродуктов?
5. Какую информацию о нефтепродукте дает значение температуры вспышки?

#### Лабораторная работа № 8.

1. Сущность метода определения йодного числа.
2. Содержание каких веществ определяет йодное число.
3. Привести примеры реакций..

4. При каких процессах нефтепереработки образуются в топливе непредельные соединения?
5. Как зависит от условий процесса образование непредельных соединений в реакционной колонне?

Лабораторная работа № 9.

1. Как влияет температура на содержание целевых продуктов в дистиллятах нефтехимических процессов?
2. Как влияет давление в системе на содержание целевых продуктов в дистиллятах нефтехимических процессов?
3. Как влияет сырье на содержание целевых продуктов ?
4. Методы расчета содержания целевых компонентов процесса.

*Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы по подготовке отчетов лабораторных работ*

Отчет по выполненной лабораторной работе должен содержать следующие части: цель работы, сущность метода, уравнения химических реакций, которые лежат в основе методики (при необходимости); ход работы; таблицу с полученными экспериментальными данными; формулы и расчет (при необходимости); вывод, содержащий результаты эксперимента и сравнительную характеристику полученных данных. При подготовке теоретической части необходимо изучение теоретического материала лекций, а также ГОСТ по теме лабораторной работы.

*Критерии оценки выполнения самостоятельной работы по подготовке отчетов к лабораторным работам*

*Зачтено* : работа выполнена, правильно оформлен отчет по лабораторной работе, законченные правильно выполненные расчеты, правильные ответы на теоретические вопросы по теме работы.

*Не зачтено* : работа выполнена, в отчете ошибки по оформлению, выполненные расчеты содержат ошибки, ответы на теоретические вопросы по теме работы отсутствуют или не полные.

## Примеры многовариантных домашних задач

### 5 семестр

**Задание 1.** Расшифровать кодировку угля по генетическим и технологическим параметрам

	B1	B2	B3	B4
код	1511200	0932811	2400800	1823001
код	3042016	1061807	3012014	1223011

**Задание 2.** Условная вязкость сураханской нефти при 50 °С равна 1,63. Определить кинематическую и динамическую вязкость нефти при той же температуре, если плотность её равна 879 кг/м<sup>3</sup>.

	B1	B2	B3	B4
Температура, °С	50	40	30	60
Условная вязкость	1,63	1,68	1,73	1,60
Относительная плотность, кг/м <sup>3</sup>	879	877	872	888

**Задание 3.** Выход легких фракций Уренгойской нефти составляет:

Выход, %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
T, °С	85	100	110	120	135	150	165	180	220	290

Определить среднюю молекулярную массу всех фракций первичной перегонки нефти при атмосферном давлении и рассчитать среднюю молекулярную массу данной нефти.

**Задание 4.** (Задание выдается индивидуальное в соответствии с изучаемым классом соединений)

Написать характеристику физических свойств соединений. Написать уравнения реакций, характеризующих химические превращения углеводородного скелета соединений классов углеводородов, их взаимодействие с водородом, реакции окисления.

### 6 семестр

**Задание 1.**

1. Определить константу равновесия гидрирования тиофена, если тепловой эффект реакции при 300 К составляет 113 кДж/моль.

2. Как изменится тепловой эффект реакции гидрирования нафталина до циклического соединения при нагревании от 500 К до 600 К, если кон-

станта равновесия реакции равна  $2,5 \times 10^2$  (при 500 К) и  $1,6 \times 10^{-4}$  (при 500 К).

3. Данные о влиянии скорости нагрева на температурную зависимость выхода  $\text{C}_6\text{H}_6$  веществ при пиролизе газового угля представлены в таблице. Определить выход смолы при температуре 550 °С при скорости нагрева 250 К/с.

Температура, °С		400	500	600	700	800
Выход $\text{CO}_2$ , %	Скорость нагрева 1 К/с	2	6	7	4	1
Выход $\text{CO}_2$ , %	Скорость нагрева 500 К/с	2	7	9	6	3

### ***Примеры многовариантных домашних задач с использованием основ алгоритмизации***

Для выполнения данной работы требуется знание основ алгоритмизации в программе Excel, справочные данные по исходным веществам заполняются в исходную таблицу и затем заполняются формулы и автоматически выполняются необходимые расчеты.

*Задание 2.* Рассчитать стандартную энтальпию и энтропию образования соединения а) по методу Бенсона, б) по методу Андерсона, Байера, Ватсона. Найти стандартные энергии Гиббса соединения, используя эти величины.

	а) по методу Бенсона	б) по методу Андерсона, Байера, Ватсона
1	Анилин	о-метилфенол
2	Бензол	1,3,5-триметилциклогексан
3	П-крезол	2-аминопропан
4	1,2-хлорпропан	2-метилбутен-1

*Задание 3.* Рассчитать равновесный состав процесса изомеризации ..... при температуре .....К.

	B1	B2	B3	B4
Вещество	гексан	н-пентан	3-метилгексан	этилциклогексан
Температура, °С	500	700	800	400

**Задание 4.** Определить вероятность протекания химических процессов, протекающих при одной температуре в различных типах процессов в зависимости от механизма реакции. Определить соотношение скоростей различных радикальных реакций соединения (инициирование, рост и обрыв цепи), которые происходят при пиролизе пропана. Определить вероятность протекания реакций, сделать вывод о продуктах, которые преимущественно образуются в процессе пиролиза.

**Указания:** для выполнения данной работы требуется знание основ алгоритмизации в программе Excel, справочные данные по исходным веществам заполняются в исходную таблицу и затем заполняются формулы и автоматически выполняются необходимые расчеты. Делается вывод о вероятности протекания реакций в соответствующих процессах.

Вид предоставляемого отчета о выполнении:

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ				
Вещество	$\Delta H$ , ккал/моль	$\Delta S$ , кал/моль*К	$\Delta H$ , кДж/моль	$\Delta S$ , Дж/моль*К
$C_5H_{12}$	-35	83,4	-146,65	349,446
$CH_4$	-17,89	44,5	-74,9591	186,455
$C_4H_8$	-0,03	73,04	-0,1257	306,0376
$C_2H_6$	-202,36	54,85	-847,8884	229,8215
$C_3H_6$	4,879	67,812	20,44301	284,13228
$C_3H_8$	24,82	17,57	103,9958	73,6183
$C_2H_4$	12,496	52,45	52,35824	219,7655
$C_5H_{10}$ (циклопентан)	19,82	-18,46	83,0458	-77,3474
$C_5H_{10}$ (пентен)	-5	82,65	-20,95	346,3035

Реакции

Крекинг				
Реакция	$\Delta H$ , кДж/моль	$\Delta S$ , Дж/моль*К	T	$\Delta G$ , кДж/моль
$C_5H_{12} \rightarrow C_3H_8 + C_2H_4$	303,00404	-56,0622	773	346,3401206
$C_5H_{12} \rightarrow C_3H_6 + C_2H_6$	-680,79539	164,50778		-807,9599039
$C_5H_{12} \rightarrow H_2 + C_5H_{10}$ (циклопентан)	229,6958	-426,7934		559,6070982
$C_5H_{12} \rightarrow CH_4 + C_4H_8$	71,5652	143,0466		-39,0098218
$C_5H_{12} \rightarrow H_2 + C_5H_{10}$ (пентен)	125,7	-3,1425		128,1291525

Наиболее вероятные продукты: этан, пропилен, бутилен, метан



Пиролиз				
Реакция	$\Delta H$ , кДж/моль	$\Delta S$ , кДж/моль	T	$\Delta G$ , кДж/моль
$C_5H_{12} \rightarrow C_3H_8 + C_2H_4$	303,00404	-56,0622	1073	363,1587806
$C_5H_{12} \rightarrow C_3H_6 + C_2H_6$	-680,79539	164,50778		-857,3122379
$C_5H_{12} \rightarrow H_2 + C_5H_{10}$ (циклопентан)	229,6958	-426,7934		687,6451182
$C_5H_{12} \rightarrow CH_4 + C_4H_8$	71,5652	143,0466		-81,9238018
$C_5H_{12} \rightarrow H_2 + C_5H_{10}$ (пентен)	125,7	-3,1425		129,0719025

Наиболее вероятные продукты: этан, пропилен, бутилен, метан

### *Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы по выполнению домашних работ*

Домашние работы должны быть оформлены по общим требованиям, предъявляемым к оформлению задач. Домашние работы должны быть сданы преподавателю в требуемый срок. Многоступенчатые задачи могут быть решены с применением элементов алгоритмизации. Пример оформления представлен выше. В файле должны быть указаны условия задачи, оформлены все исходные данные в таблицы и добавлено пояснение к этапам решения задачи.

### *Критерии оценки выполнения самостоятельной работы по выполнению домашних работ*

*Зачтено* : работа выполнена, правильно оформлена, законченные правильно выполненные расчеты, правильные ответы на теоретические вопросы по теме работы.

*Не зачтено* : работа выполнена, в отчете ошибки по оформлению, выполненные расчеты содержат ошибки, ответы на теоретические вопросы по теме работы отсутствуют или не полные.

### *Темы для самостоятельного изучения теоретического материала*

#### *5 семестр*

На самостоятельную работу выносится повторение следующего теоретического материала, пройденного в рамках дисциплины «Органическая химия»: химические свойства алканов, циклоалканов, ароматических углеводородов, непредельных соединений.

Проверка выполнения самостоятельной работы проводится в рамках контроля выполнения домашней работы.

*6 семестр*

На самостоятельную работу выносятся изучение теоретического материала:

1. Физико-химические методы, которые используются для очистки и переработки природных энергоносителей: методы с изменением агрегатного состояния, методы без изменения агрегатного состояния и др.

2. Современные процессы переработки углей: сульфирование, графитация, получение жидких топлив, гидрогенизация углей; термическое растворение ТГИ; полукоксование; получение углепластика; термопластификация.

*Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы по выполнению домашних работ*

Результаты выполнения самостоятельного изучения материала первого блока проверяется в виде конспекта с дальнейшим включением данного материала в экзаменационные вопросы.

Результаты выполнения самостоятельного изучения материала второго блока проверяется выполнением реферата или презентации.

Презентация должна быть информативна и не содержать большое количество материала в текстовом виде. Она призвана дополнить содержание доклада, а не заменять его. Фон для презентации следует выбирать не яркий, не использовать всплывающие окна. Каждый слайд должен быть пронумерован и иметь заголовки. Количество слайдов – около 10-15. Доклад не должен превышать 15 минут. В докладе и презентации обязательно должно быть представлено заключение, сформулированное самостоятельно на основании анализа найденной информации по литературным и электронным источникам.

*Критерии оценки выполнения самостоятельной работы*

Оценка «Отлично»

- А) Задание выполнено полностью.
- Б) Подробно описаны все действия.
- В) Ответы на каждом этапе верны.
- Г) Грамотное оформление.

Оценка «Хорошо»

А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».

В) Неточность в конечном этапе задания.

Г) Грамотное оформление.

Оценка «Удовлетворительно»

А), Б - те же, что и при оценке «Отлично».

В) Неточности в ответах нескольких этапов задания.

Г) Грамотное оформление.

Оценка «Неудовлетворительно»

А) Программа не выполнена полностью.

Б) Ответы неверны на всех этапах.

В) Неграмотное оформление.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине «Теоретические основы химической технологии природных  
энергоносителей»

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**  
**«Технология химических и нефтеперерабатывающих производств»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p>	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные термодинамические величины и методы их расчета</li> <li>- основные кинетические величины и методы их расчета</li> <li>- классы соединений, входящих в состав энергоносителей и их физические и химические свойства</li> <li>- механизмы превращения углеводородов в процессах нефтепереработки</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать различными способами термодинамические величины для химических реакций, протекающих при нефтепереработке и нефтехимических реакциях</li> <li>- рассчитывать различными способами кинетические величины нефтехимических реакций</li> <li>- определять возможные направления реакций, протекающих при нефтехимических процессах с учетом механизма реакций</li> <li>- определять направление смещения химического равновесия</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой расчета термодинамических и кинетических величин</li> <li>- навыками оценки возможности протекания нефтехимического процесса с учетом термодинамического и кинетического контроля</li> </ul>
<p>ПК-21 готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности</p>	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- состав, классификацию нефти, горючих газов, углей</li> <li>- химические, физико-химические свойства горючих ископаемых</li> <li>- технические характеристики природных энергоносителей</li> <li>- способы подготовки и виды переработки нефти, газа, угля</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретически рассчитывать и экспериментально определять физико-химические характеристики нефти, нефтепродукта, угля.</li> <li>- применять данные о составе природных энергоносителей для выбора технологий подготовки и переработки природных энергоносителей</li> <li>- предположить состав продуктов процесса в зависимости от сырья, условий процесса и механизмов его протекания</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами определения физических и технических констант нефтепродуктов, угля</li> <li>- методами химического анализа нефти, нефтепродуктов и угля</li> <li>- теоретическими методами расчета физико-химических и технических характеристик процессов переработки природных энергоносителей</li> </ul>

№ Раздела	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
<b>5 семестр</b>					
1	Модуль I. Введение. Общие сведения о природных энергоносителях	ОПК-1	Знает	Устный опрос(УО-1)	с
			Умеет	Выполнение домашнего задания, Тест (ПР-1) Отчет по лаб. работе № 1-5 (ПР-6)	
			Владеет		
2	Модуль II. Химия нефти	ОПК-1	Знает	Устный опрос (УО-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену №12-20
			Умеет	Выполнение домашнего задания. Коллоквиум (УО-2)	
			Владеет		
		ПК-21	Знает	Устный опрос (УО-1)	
			Умеет	Лаб. работа № 4-7 (ПР- 6) Коллоквиум (УО-2)	
Владеет					
3	Модуль III. Химия твердых энергоносителей	ОПК-1	Знает	Устный опрос (УО-1)	Вопросы к экзамену № 21-25
			Умеет	Выполнение домашнего задания Коллоквиум (УО-2)	
			Владеет		
		ПК-21	Знает	Устный опрос (УО-1)	
			Умеет	Лаб. работа № 8-9 (ПР- 6) Тест (ПР-1)	
Владеет					
4	Модуль IV. Химия горючих газов	ОПК-1	Знает	Устный опрос (УО-1)	Вопросы к экзамену № 26-28
			Умеет	Тест (ПР-1)	
		ПК-21	Владеет		
<b>6 семестр</b>					
1	Модуль I. Теоретические основы процессов переработки природных энергоносителей	ОПК-1 ПК-21	Знает	Устный опрос(УО-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену №1-10
			Умеет	Лаб. работа № 1-3 (ПР- 6) Выполнение домашнего задания, Тест (ПР-1) Пр. раб. 1,2 (ПР-6)	
			Владеет		
2	Модуль II. Теоретические основы подготовки к переработке и физических методов разделения природных энергоносителей	ОПК-1 ПК-21	Знает	Устный опрос (УО-1) Конспект (ПР-7)	Вопросы к экзамену №11-17
			Умеет	Выполнение домашнего задания, Отчет по лаб работе №4 Тест (ПР-1) Коллоквиум (УО-2)	
			Владеет		
3	Модуль III. Переработка твердых горючих	ОПК-1 ПК-21	Знает	Устный опрос (УО-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену №18-24
			Умеет	Доклад (УО-3)	
			Владеет	Коллоквиум (УО-2)	

	ископаемых				
4	Модуль IV. Термические процессы переработки нефти Модуль V. Каталитические процессы переработки нефти	ПК-21	Знает	Устный опрос (УО-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену №25-48
			Умеет	Лаб. работа № 5-9 (ПР-6) Пр. раб. 3 (ПР-6) Выполнение домашнего задания	
			Владеет	Коллоквиум (УО-2)	

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	основные термодинамические величины и методы их расчета; основные кинетические величины и методы их расчета; механизмы превращения углеводородов в процессах нефтепереработки	Знание термодинамических и кинетических величин, характеризующих протекание процесса и методы их расчета. Знание основных химических свойств и механизмов реакций углеводородов в процессах нефтепереработки.	Способность перечислить методы расчета термодинамических и кинетических величин с учетом имеющихся данных; написать уравнения для их расчета. Способность показать описать химические свойства углеводородов в процессах нефтепереработки, представить механизм реакций.
	умеет (продвинутый)	рассчитывать различными способами термодинамические величины для химических реакций, протекающих при нефтепереработке и нефтехимических реакциях; рассчитывать различными способами кинетические величины для химических реакций протекающих при нефтепереработке и нефтехимических реакциях; определять возможные направления реакций, протекающих при нефтехимических процессах с учетом механизма реакций; определять направление смеще-	Умение рассчитать термодинамические величины эмпирическими и теоретическими методами в зависимости от наличия данных; применять критерии для определения определять возможных направлений реакций, протекающих при нефтехимических процессах	Способность предложить метод расчета термодинамических и кинетических величин с учетом имеющихся данных.  Способность обосновать типы, направление химических реакций и их механизм в зависимости от типа процесса.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
		ния химического равновесия		
	владеет (высокий)	методикой расчета термодинамических и кинетических величин; навыками оценки возможности протекания нефтехимического процесса с учетом термодинамического и кинетического контроля	- владеет методиками расчета термодинамических и кинетических величин, оценки возможности протекания нефтехимического процесса	- Способность объяснить этапы расчета термодинамических и кинетических величин; - объяснить причины возможности протекания нефтехимического процесса с учетом термодинамического и кинетического контроля написать уравнения реакций, характеризующих химические свойства углеводородов в процессах нефтепереработки и их механизм в зависимости от типа процесса и объяснить основные зависимости
ПК-21 готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	теории происхождения нефти, газа, угля; элементный и химический состав нефти, газа, угля; химические, физико-химические свойства нефти, газа, угля; технические характеристики природных энергоносителей; способы подготовки и виды переработки нефти, газа, угля	Знание основной терминологии, характеристик и расчетных формул, характеризующих свойства нефти, углеводородных газов, твердых горючих ископаемых, соединений, входящих в их состав и получаемой товарной продукции	Способность дать определения основным терминам, охарактеризовать химические и физико-химические свойства нефти, углеводородных газов, твердых горючих ископаемых, соединений, входящих в их состав и получаемой товарной продукции
	умеет (продвинутый)	- теоретически рассчитывать и экспериментально определять физико-химические характеристики нефти, нефтепродукта, угля. - применять данные о составе природных энергоносителей для выбора технологий подготовки и переработки природных энергоносителей	Умение проводить расчет и определение физико-химических характеристик нефти, нефтепродукта, угля; умение составлять уравнение реакций, описывающих механизм процесса; понимать влияние условий процесса на состав продукции	Способность обосновать выбор технологий подготовки и переработки нефти, природного газа, угля; способность обосновать получение продукта определенного состава нефтехимического процесса с позиции механизмов и условий его протекания



Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
		- предположить состав продуктов процесса в зависимости от сырья, условий процесса и механизмов его протекания		
	владеет (высокий)	методами определения физических и технических констант нефтепродуктов, угля; методами химического анализа нефти, нефтепродуктов и угля; теоретическими методами расчета физико-химических и технических характеристик природных энергоносителей	лабораторные и нормативные методы определения физических и физико-химических характеристик углей, нефти, нефтепродуктов; методы расчета физико-химических и технических характеристик процессов переработки природных энергоносителей	способность проводить определение и расчет основных физических и физико-химических характеристик углей, нефти, нефтепродуктов; способность обосновать выбор метода и пояснить этапы расчета основных физических и физико-химических характеристик процессов переработки природных энергоносителей

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теоретические основы технологии природных энергоносителей» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Формой проведения промежуточной аттестации является экзамен.

Оценка сформированных компетенций осуществляется при выполнении лабораторных работ, контрольных работ, сдаче коллоквиумов и защите презентации, а также при сдаче теоретической части дисциплины (промежуточные тесты, устные опросы). К экзамену в 5 семестре допускаются студенты, сдавшие все контрольные работы. В 6 к экзамену семестре допускаются студенты, выполнившие все контрольные работы; все лабораторные работы, сдавшие все отчеты и теоретический материал по теме лабораторных работ.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

#### **1. Зачет**

**Зачет в 5 семестре выставляется** по результатам выполнения всех лабораторных работ, сдачи всех отчетов и теоретического материала по теме лабораторных работ. Контрольные вопросы к лабораторным работам представлены в приложении 1.

### Критерии выставления оценки студенту на зачете

Баллы	Оценка зачета	Требования к сформированным компетенциям
<b>6-10</b>	«зачтено»	Данная оценка выставляется студенту, если он выполнил все лабораторные работы, подготовил отчеты, глубоко и прочно усвоил теоретический материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, правильно интерпретирует полученные результаты, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
<b>0-5</b>	«не зачтено»	Неудовлетворительная оценка выставляется студенту, который выполнил все лабораторные работы, подготовил не все отчеты, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.

## 2. Контрольные вопросы к экзамену

### 5 семестр

1. Генетическая связь природных энергоносителей.
2. Общая классификация горючих ископаемых. Диаграмма образования горючих ископаемых Успенского.
3. Теории происхождения горючих ископаемых
4. Теории нефтеобразования, стадии нефтеобразования.исходный материал нефти.
5. Групповой химический и элементный состав нефти.
6. Классификация нефти.
7. Классификация нефти, углей в соответствии с ГОСТ
8. Физико-химические свойства нефти (плотность, характеризующий фактор, молекулярная масса, вязкость, оптические свойства, электрические свойства, критические свойства, тепловые).
9. Нефтяные дисперсные системы
10. Диаграммы фазовых переходов нефтяных дисперсных систем и фазовая диаграмма системы нефть-газ.

11. Термодинамика и кинетика фазовых переходов.
12. Алканы: типы алканов, особенности строения, распределение по фракциям первичной перегонки нефти, нефтехимические реакции.
13. Нафтены: классификация, особенности строения, изомерия, номенклатура полициклических соединений, распределение по фракциям первичной перегонки нефти, нефтехимические реакции.
14. Ароматические углеводороды: классификация, особенности строения, номенклатура, распределения по фракциям первичной перегонки нефти, нефтехимические реакции.
15. Непредельные углеводороды: типы классов, образование в смеси при нефтепереработке и нефтехимических процессах, химические свойства.
16. Кислородсодержащие соединения нефти. Распределение по фракциям первичной перегонки нефти
17. Нефтяные кислоты: строение, виды, свойства.
18. Нафтенновые кислоты: строение, виды, свойства.
19. Азотсодержащие соединения нефти. Классы. Соединения основного и нейтрального типа. Распределение по фракциям первичной перегонки нефти. Реакции гидрирования и солеобразования.
20. Серосодержащие соединения нефти. Классы. Распределение по фракциям первичной перегонки нефти. Реакции гидрирования и солеобразования.
21. Классы соединений - предшественники углеобразования.
22. Стадии углеобразования.
23. Групповой химический и элементный состав твердых горючих ископаемых.
24. Физические свойства твердых горючих ископаемых (плотность, тепловые, оптические свойства, специфические свойства, электрические свойства).
25. Технические характеристики твердых горючих ископаемых (влажность, выход летучих веществ, зольность, спекаемость). Этапы переработки природных газов.
26. Распространенность углеводородных газов. Классификация.
27. Элементный и химический состав углеводородных газов.
28. Физические и химические свойства углеводородных газов

## **6 семестр**

1. Стехиометрия, стехиометрическое уравнение, маршрут реакции.
2. Классификация реакций.
3. Стандартные термодинамические функции, изотермический цикл.

4. Методы расчета стандартной энергии Гиббса реакции. Расчет зависимости изменения энергии Гиббса реакции от температуры.
5. Эмпирические методы расчета стандартных энтальпий образования и сгорания органических веществ.
6. Теоретические методы расчета стандартных энтропии и энтальпии образования вещества.
7. Расчет зависимости энтальпии реакции от температуры и давления
8. Константа равновесия, методы расчета константы равновесия.
9. Скорость химической реакции. Кинетические уравнения химической реакции.
10. Термодинамический и кинетический контроль реакции.
11. Осушка газа жидкими поглотителями (реагенты, требования к реагентам, условия процесса)
12. Очистка газа от кислых компонентов хемосорбционным методом.
13. Абсорбционная очистка природного газа от кислых компонентов.
14. Комбинированная очистка природного газа от кислых компонентов.
15. Подготовка твердых горючих ископаемых к переработке.
16. Промысловая подготовка нефти к переработке.
17. Методы разделения нефтяных дисперсных систем.
18. Физико-химические методы переработки природных энергоносителей.
19. Современные процессы переработки углей.
20. Термические реакции процессов деструкции ТГИ.
21. Термодинамика и кинетика процессов деструкции ТГИ.
22. Пластическое состояние углей, анизотропия, мезофаза, основные свойства пластической массы, спекаемость углей.
23. Физико-химические процессы образования кокса.
24. Термодинамические и кинетические характеристики образования кокса
25. Типы термохимических процессов.
26. Сырьё, продукты и условия регулирования термических процессов.
27. Кинетика и термодинамика термохимических процессов.
28. Термический распад молекул: типы, условия.
29. Реакции радикалов при термических процессах. Цепные и нецепные радикальные реакции.
30. Кинетика радикальных реакций.
31. Термические превращения углеводородов в газовой фазе: алканы, циклоалканы, олефины, арены.
32. Термический крекинг.
33. Пиролиз. Образование пироуглерода.
34. Термические процессы в жидкой фазе, клеточный эффект, влияние сольватации.
35. Получение нефтяного кокса.
36. Производство окисленных битумов, механизм, основные факторы процесса.

37. Каталитические процессы в нефтепереработке и нефтехимии.
38. Катализаторы процессов нефтепереработки и нефтехимии.
39. Реакции на поверхности катализатора.
40. Гидрокрекинг: химические реакции, кинетика, термодинамика, катализаторы, условия регулирования процесса.
41. Каталитический крекинг: химические реакции, кинетика, термодинамика, катализаторы, условия регулирования процесса.
42. Каталитически риформинг: химические реакции, кинетика, термодинамика, катализаторы, условия регулирования процесса.
43. Каталитическая изомеризация: химические реакции, кинетика, термодинамика, катализаторы, условия регулирования процесса..
44. Термоокислительные процессы переработки горючих ископаемых: химические реакции, кинетика, термодинамика.
45. Изомеризация алканов: термодинамика, механизм, условия протекания и регулирования процесса.
46. Алкилирование: термодинамика, механизм, катализаторы, условия протекания и регулирования процесса.
47. Гидроочистка: термодинамика, механизм, катализаторы, условия протекания и регулирования процесса.
48. Гидрокрекинг: термодинамика, механизм, катализаторы, условия протекания и регулирования процесса.

### **Критерии выставления экзаменационной оценки**

Дисциплина реализуется по рейтинговой системе, оценка выставляется в соответствии с индивидуальными достижениями в течение семестра, со степенью выполнения контрольных заданий, оценками, полученными при промежуточном тестировании и с уровнем знаний теоретического материала на коллоквиуме. Рентинг-планы приведены ниже.

### Рейтинг-план дисциплины

Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей

(Название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Основная образовательная программа(ы) \_\_\_ 18.03.01-Химическая технология,

Школа (реализующая ООП) \_Школа естественных наук\_\_\_\_\_

группа(ы) Б8321 \_\_ семестр \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ 2017/2018 \_\_ учебного года

Исполняющая школа \_\_ Школа естественных наук

Исполняющая кафедра \_ базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий

Форма промежуточной (семестровой) аттестации \_\_ экзамен \_\_\_\_\_

Преподаватель \_Патрушева О.В., к.х.н. \_\_\_\_\_

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

### Календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС

№	Примерная дата внесения в АРС	Примерная дата проведения	Наименование контрольного мероприятия	Форма контроля	Весовой коэффициент (%)	Максимальный балл	Минимальное требование для допуска к семестровой аттестации
1	30.10.2017	1-9 недели	Посещение лекций	Присутствие	5	9	3
	30.10.2017	5 неделя	Контрольная работа 1	письменная работа	10	15	5
	20.11.2017	9 неделя	Практическая работа	присутствие	15	15	5
	20.11.2017	10 неделя	Коллоквиум 1	Устный опрос	15	20	10
2	10.12.2017	17 неделя	Практическая работа	Устный опрос	15	15	9
	24.12.2017	9-17 недели	Посещение лекций	Присутствие	5	9	3
	24.12.2015	17 неделя	Контрольная работа 2	Устный опрос	15	15	9
	24.12.2015	17 неделя	Коллоквиум 2	Устный опрос	15	20	10
3	28.12.2015	18 неделя	экзамен	экзамен	5	0	2

Шкала соответствия рейтинга по дисциплине и оценок, действующая на основании единой шкалы по школе

(не нужное убрать или зачеркнуть)

Менее 51 %	не зачтено	неудовлетворительно
От 51% до 70 %	зачтено	удовлетворительно
От 71 % до 85 %	зачтено	хорошо
От 86 % до 100 %	зачтено	отлично

РАЗРАБОТАНО:

Ведущий преподаватель

Патрушева О. В.

УТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой

Реутов В.А.

Руководитель(и) ОП

Реутов В.А.

## Оценочные средства для текущей аттестации

### 1. Устный опрос по темам лабораторных работ

Устный опрос (собеседование) проводится по теории, вынесенной на самостоятельное изучение в соответствии с темой лабораторной работы темы (приложение 1).

*Критерии оценки устного опроса при сдаче отчетов лабораторных работ*

*Зачтено:* работа выполнена, правильно и грамотно оформлен отчет по лабораторной работе, законченные правильно выполненные расчеты, правильные ответы на теоретические вопросы по теме работы, владение терминологией.

*Не зачтено:* работа выполнена, в отчете ошибки по оформлению, выполненные расчеты содержат ошибки, ответы на теоретические вопросы по теме работы отсутствуют или не полные.

Оценка	Описание схемы оценивания
9-10	Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
7-8	Демонстрирует значительное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
4-6	Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.
0-3	Демонстрирует непонимание проблемы. Нет ответа. Не было попытки решить задачу.

### 2. Примеры контрольных работ

#### 5 семестр

*Примеры контрольных работ*

*Контрольная работа № 1*

1. Построить кривую фракционного состава по данным, представленным в таблице, если взят объем нефти 300 мл.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Температура, °С	80-100	100-125	125-140	140-185	185-210	210-240	240-270	270-350
Масса, кг	12	15	12	10	18	32	42	35
К	-	-	-	-	10	11	11,5	12,1

Рассчитать среднюю молекулярную массу фракции, объемом 20 мл, если она начала отгоняться при температуре 280 °С. К какому нефтепродукту относится данная фракция? Рассчитать среднюю молекулярную массу всех отогнанных нефтепродуктов, если бы они собирались в один приемник. По данным фракционной кривой предположите тип нефти.

2. Найти среднюю молекулярную массу нефтепродукта, полученного соединением 20 кг и 50 кг мазута с плотностью при 15 °С 0,8652 и 0,8302 г/мл соответственно.

3. Определить относительную плотность смеси, состоящей из 120 кг бензина плотностью  $d_{15}^{15} = 0,7249$ ; 120 кг керосина плотностью  $d_{15}^{15} = 0,804$  и 100 кг атмосферного газойля плотностью  $d_{15}^{15} = 0,8418$ .

4. Кинематическая вязкость узкой нефтяной фракции при 50 °С равна 34,6 сСт, относительная плотность 20 °С  $d_4^{20} = 0,8998$ . Определить динамическую и условную вязкость при той же температуре

5. Определить теплоемкость узкой нефтяной фракции, имеющей  $t_{cp} = 188$  °С и  $d_4^{20} = 0,8042$ , при 145 °С

### *Контрольная работа № 2*

1. Перечислить классы соединений, входящих в состав нефти.
2. Классификация, номенклатура полициклических нафтенов. Привести примеры. Распределение по фракциям первичной переработки нефти.
3. Написать уравнения каталитических и термических реакций, характеризующих свойства углеводородов ряда алканов и протекающих без добавления дополнительных реагентов.
4. Асфальтеновые вещества. Структура. Распределение по фракциям первичной переработки нефти. Реакции конденсации.
5. Гетероциклические азотсодержащие вещества. Структура. Распределение по фракциям первичной переработки нефти. Реакции гидрирования.

### **6 семестр**

### *Контрольная работа № 1*

1. Рассчитать стандартную энтальпию и энтропию образования 1,3-дибромпропана по методу Бенсона (расчет с учетом поправок на сим-



метрию). Найти стандартные энергии Гиббса соединения, используя эти величины.

2. Рассчитать стандартную энтальпию и энтропию образования 2-метилбутана-3 по методу Андерсона, Байера, Ватсона. Найти стандартные энергии Гиббса соединения. Найти стандартные энергии Гиббса соединения, используя эти величины.
3. Определить вероятность протекания различных реакций (не менее 3-х реакции) термического крекинга н-бутана, сделать вывод о продуктах, которые преимущественно образуются при температуре 500 К.

### *Контрольная работа № 2*

1. Определить соотношение скоростей радикальных реакций роста цепи, которые происходят при пиролизе пропана.
2. Определить вероятность протекания различных реакций (не менее 3-х реакции) термического крекинга н-бутана, сделать вывод о продуктах, которые преимущественно образуются при температуре 500 К.
3. Написать механизм превращения гептана в ароматическое соединение в процессе каталитического крекинга.
4. Написать механизм превращения 1,2-диметилциклопентана в ароматическое соединение в процессе риформинга.
5. Какие продукты образуются при наличии в смеси изобутана и этилена? Написать механизм реакции. Назвать процесс.

### *Критерии оценки контрольных работ*

Оценка	Описание схемы оценивания
14-15	Демонстрирует полное понимание вопроса. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены. Задачи решены полностью, приведены все этапы решения задачи.
12-13	Демонстрирует значительное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены. Задачи решены полностью, не все этапы решения задачи приведены, может содержать незначительные ошибки.
9-11	Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены. Задачи в большей степени решены.
0-8	Демонстрирует непонимание проблемы. Нет ответа. Не было попытки решить задачу.

### **3. Вопросы коллоквиумов**

#### **5 семестр**

##### *Вопросы к коллоквиуму 1*

1. Стадии нефтеобразования, исходный материал нефти.
2. Теории происхождения нефти.
3. Классификация нефти, углей в соответствии с ГОСТ
4. Химическая классификация нефти.
5. Стадии углеобразования, исходный материал.
6. Теории происхождения твердых горючих скопаемых.
7. Диаграмма образования горючих ископаемых Успенского
8. Групповой состав газа, нефти, угля.
9. Элементный состав нефти, газа, твердых горючих ископаемых.
10. Электрические свойства, критические свойства нефти.
11. Плотность, характеризующий фактор, молекулярная масса, вязкость нефти.
12. Тепловые, оптические, электрические свойства твердых горючих ископаемых.
13. Плотность, механические свойства твердых горючих ископаемых.
14. Технические характеристики твердых горючих ископаемых.
15. Общая характеристика нефтяных дисперсных систем (НДС).
16. Сложная структурная единица НДС.
17. Общая структура НДС.
18. Характеристика водно-нефтяных эмульсий.
19. Диаграммы фазовых переходов нефтяных дисперсных систем и фазовая диаграмма системы нефть-газ.
20. Фазовые переходы НДС при увеличении температуры.

##### *Вопросы к коллоквиуму 2*

1. Классы соединений, входящих в состав нефти.
2. Характеристика алканов, входящих в состав нефти.
3. Реакции алканов, протекающие в нефтехимических процессах.
4. Классификация и характеристика нафтенов, входящих в состав нефти.
5. Изомерия, номенклатура нафтенов, входящих в состав нефти.
6. Реакции нафтенов, протекающие в нефтехимических процессах.
7. Классификация ароматических углеводородов, входящих в состав нефти.
8. Характеристика ароматических углеводородов, входящих в состав нефти.

9. Реакции ароматических углеводородов, протекающие в нефтехимических процессах.
10. Непредельные углеводороды, образование в смеси при нефтепереработке
11. Реакции непредельных углеводородов, протекающие в нефтехимических процессах.
12. Кислородсодержащие соединения нефти. Распределение по фракциям первичной перегонки нефти
13. Нефтяные кислоты.
14. Азотсодержащие соединения основного и нейтрального типа. Распределение по фракциям первичной перегонки нефти.
15. Реакции гидрирования и солеобразования азотсодержащих соединений нефти.
16. Серосодержащие соединения нефти. Распределение по фракциям первичной перегонки нефти.
17. Реакции гидрирования и солеобразования серосодержащих соединений нефти.
18. Распространенность углеводородных газов. Классификация.
19. Элементный и химический состав углеводородных газов.
20. Физические и химические свойства углеводородных газов

## **6 семестр**

### *Вопросы к коллоквиуму I*

1. Очистка природного газа от воды.
2. Общая характеристика методов очистки природного газа от кислых компонентов.
3. Хемосорбционный метод очистки природного газа.
4. Абсорбционная очистка природного газа.
5. Комбинированная очистка природного газа.
6. Подготовка твердых горючих ископаемых к переработке.
7. Методы очистки нефти перед транспортировкой.
8. Разделение нефтяных дисперсных систем.
9. Процессы, протекающие при деструкции ТГИ.
10. Пластическое состояние углей, основные характеристики пластической массы.
11. Физико-химические условия образования кокса из ТГИ. Спекаемость углей.

12. Термодинамические и кинетические характеристики образования кокса.
13. Общая характеристика термохимических процессов.
14. Кинетика и термодинамика термохимических процессов.
15. Механизм радикальных реакций при термических процессах.
16. Типы радикальных реакций.
17. Кинетический контроль реакций термохимических процессов.
18. Термические превращения углеводородов в газовой фазе.
19. Термический крекинг и вибскрекинг.
20. Пиролиз. Пироуглерод.
21. Влияние клеточного эффекта и сольватации на термические процессы в жидкой фазе.
22. Получение нефтяного кокса.
23. Производство окисленных битумов, механизм, основные факторы процесса.

*Вопросы к коллоквиуму 2*

1. Общая характеристика каталитических процессов переработки нефти: крекинг, риформинг, изомеризация, алкилирование.
2. Классификация и структура катализаторов нефтепереработки.
3. Типы катализаторов, используемых в процессах нефтепереработки.
4. Общая характеристика гидрогенизационных процессов.
5. Катализаторы гидрогенизационных процессов.
6. Каталитический крекинг: термодинамика и кинетика процесса.
7. Механизм реакций, протекающих при каталитическом крекинге.
8. Условия, влияющие на выход целевых продуктов каталитического крекинга.
9. Каталитический риформинг: термодинамика и кинетика процесса.
10. Механизм реакций процесса каталитического риформинга.
11. Условия, влияющие на выход целевых продуктов каталитического риформинга.
12. Изомеризация: термодинамика и кинетика процесса.
13. Механизм реакций процесса изомеризации.
14. Условия, влияющие на выход целевых продуктов изомеризации.
15. Алкилирование: термодинамика и кинетика процесса.
16. Механизм реакций процесса алкилирования.
17. Условия, влияющие на выход целевых продуктов алкилирования.
18. Механизм реакций процесса гидроочистки

19. Условия, влияющие на выход целевых продуктов процесса гидроочистки.
20. Механизм реакций процесса гидрокрекинга.
21. Условия влияющие на выход целевых продуктов процесса гидрокрекинга.

#### *Критерии оценки коллоквиума*

18-20 баллов – выставляется студенту, если ответ показывает глубокое и полное знание всего материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса в сравнении с учебной литературой; студент демонстрирует отчетливое владение понятийным аппаратом и терминологией; логически корректное изложение ответа.

15-17 баллов - выставляется студенту, если показано знание основных определений; в целом ответ отражает сущность понятия и вопроса; в целом логически корректное, но не всегда точное изложение ответа.

11-14 баллов – выставляется студенту, если показаны фрагментарные, поверхностные знания материала раздела, частичные затруднения с формулками; стремление логически определено изложить ответ.

0-10 баллов – выставляется студенту, если показано незнание, либо отрывочное представление о понятиях и теме вопроса, отсутствие логической связи в ответе.

#### **4. Темы презентаций и докладов**

##### ***6 семестр***

##### *Темы докладов.*

1. Графитация.
2. Сульфирование углей.
3. Окислительный обжиг.
4. Высокотемпературный пиролиз.
5. Низкотемпературный пиролиз.
6. Газификация углей.
7. Гидрирование углей.
8. Плазмохимическая переработка угля.
9. Получение наноматериалов из углей.
10. Переработка каменноугольной смолы.
11. Экстрагирование углей.
12. Сверхкритическая флюидная экстракция углей.

Студентам на выбор предлагается подготовить описание процесса и технологии переработки твердых ископаемых (уголь, торф). Доклад делается с презентацией, которая должна иметь следующую структуру:

- Титульный лист.
- Цель процесса.
- Характеристика процесса.
- Условия протекания процесса
- Химические реакции, протекающие в данном процессе.
- Описание технологии.
- Области применения продуктов.
- Сравнительная характеристика с другими технологиями получения целевого продукта.
- Заключение.

#### *Критерии оценки устного доклада*

Доклады и презентации оцениваются по совокупности баллов и включают в себя следующие критерии:

- раскрытие темы;
- правильность структуры доклада;
- полнота представленных данных;
- рассказ без чтения;
- оформление презентации;
- ответы на вопросы аудитории.

10-9 баллов (отлично), выставляется студенту, если студент точно определил содержание и составляющие доклада по заданной теме; работа характеризуется смысловой целостностью, связностью и последовательностью изложения; приведены литературные данные, статистические сведения; студент владеет навыком самостоятельного поиска, анализа и выбора необходимой по теме доклада информации; нет фактических ошибок, связанных с пониманием и раскрытием темы доклада.

8-7 баллов (хорошо) выставляется, если студент точно определил содержание и составляющие доклада по заданной теме; работа характеризуется смысловой целостностью, связностью и последовательностью изложения; допущены незначительные ошибки при объяснении содержания темы доклада; приведены литературные данные; студент владеет навыком самостоятельного поиска необходимой по теме доклада информации; фактических ошибок, связанных с пониманием и раскрытием темы доклада нет.

7-6 баллов (удовлетворительно) выставляется, если студент точно определил содержание и составляющие доклада по заданной теме; понимает базовые теоретические основы темы доклада; допущены незначительные ошибки при объяснении содержания темы доклада; не приведены литературные данные; студент показывает недостаточное обладание навыком самостоятельного поиска необходимой по теме доклада информации; имеются незначительные фактические ошибки, связанные с пониманием и раскрытием темы доклада.

5-1 балл (неудовлетворительно) выставляется, если используется для доклада текст без переработки, анализа и комментариев, отсутствуют понимание темы; не раскрыта содержание темы доклада; отсутствует логическая последовательность в структуре доклада.

### *Критерии оценки презентации доклада*

Оценка	10-9 баллов (отлично)	8-7 баллов (хорошо)	7-6 баллов (удовл.)	5-1 балл (неуд.)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие темы	Тема полностью раскрыта. Проанализирована литература с привлечением электронных источников информации. Заключение обосновано.	Тема раскрыта. Проведен ее анализ с использованием дополнительной информации. Сформулировано заключение.	Тема раскрыта не полностью. Заключение не сделано или не обосновано.	Тема не раскрыта. Отсутствует заключение
Представление	Представляемая информация последовательна и систематизирована. Используются базовые профессиональные термины.	Представляемая информация последовательна и не систематизирована. Используются базовые профессиональные термины.	Представляемая информация не систематизирована и и/или не последовательна, базовые проф. Используются 1-2 базовых проф. термина.	Представляемая информация логически не связана. Не использованы базовые профессиональные термины.
Оформление	Широко использованы технологии Power Point и др. Текстовый материал использован тезисно. Отсутствуют ошибки в ин-	Использованы технологии. Power Point. Текстовый материал использован тезисно. Не более 2-х ошибок в представляе-	Использованы технологии. Power Point частично. Частично использован развернутый текстовый материа-	Не использованы технологии Power Point. Большое количество развернутого текстового материала, который зачи-

Оценка	10-9 баллов (отлично)	8-7 баллов (хорошо)	7-6 баллов (удовл.)	5-1 балл (неуд.)
Критерии	Содержание критериев			
	формации.	мой информации.	ла, который зачитывается. 3-4 ошибки в представляемой информации.	тывается. Больше 4-х ошибок в представляемой информации.
Ответы на вопросы	Ответы на вопросы полные с приведением пояснений	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы только на элементарные вопросы	Нет ответов на вопросы