

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

Кафедра «Технология переработки нефти и газа»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор ГОУВПО «КнАГТУ»  
\_\_\_\_\_ А.Р. Куделько  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008 года

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины "Химическая технология топлива и углеродных материалов"  
основной образовательной программы подготовки дипломированных  
специалистов по специальности: 240403 – «Химическая технология  
природных энергоносителей и углеродных материалов»

Форма обучения  
Технология обучения  
Объем дисциплины

очная  
традиционная  
338 часов; 9,5 зачётных единиц

Комсомольск-на-Амуре 2008

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры  
«Технология переработки нефти и газа»

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ В.В. Петров  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 года

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебно-методического  
управления к.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ А.А. Скрипилев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 года

Декан факультета экологии  
и химической технологии к.х.н., доцент

\_\_\_\_\_ В.В. Телеш  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 года

Рабочая программа рассмотрена, одобрена и рекомендована к использованию  
методической комиссией ФЭХТ

Председатель методической  
комиссии к.х.н., доцент

\_\_\_\_\_ О.Г. Шакирова  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 года

Автор рабочей программы д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ В.В.Петров  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 года

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Химическая технология топлива и углеродных материалов» предназначена для студентов высших учебных заведений по специальности 240403 – «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов». Рассматриваемая дисциплина является центральной дисциплиной для специалистов в области нефтепереработки и нефтехимии. Структура и содержание рабочей программы отражает основные задачи промышленности природных энергоносителей и углеродных материалов, и в большей степени, нефтеперерабатывающей промышленности, которые заключаются в наиболее полном удовлетворении потребностей народного хозяйства в высококачественных нефтепродуктах и обеспечении необходимым сырьем смежных производств. Структура и содержание рабочей программы включают в себя три основных раздела, в которых последовательно рассматриваются переработка газа, нефти и твердых углеродных материалов.

Область применения рабочей программы – это структура основных образовательных программ реализуемых вузом.

Реализация преподавания данной дисциплины осуществляется в рамках традиционной технологии.

### 1 Пояснительная записка

#### **1.1 Требования государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к структуре и содержанию дисциплины**

**СД. 02** Химическая технология топлива и углеродных материалов: состояние и тенденции развития мировой топливно-энергетической системы; состояние и перспективы производства и применения углеродных материалов; природные энергоносители как основное сырье для производства химических продуктов; технология переработки газов; состав природных и попутных газов, газов переработки горючих ископаемых, смолы и др.; способы подготовки и очистки газов; производство серы и др. товарной продукции из газов; методы разделения углеводородных газов, их характеристика; технология переработки нефти и газоконденсата; состав нефти и газоконденсата, методы их подготовки к переработке и разделению; атмосферная перегонка нефти и газоконденсатов; атмосферно-вакуумная перегонка нефти; технологические основы разделения и очистки дистиллятов и остатков с применением разных реагентов, деасфальтизация, депарафинизация; термический крекинг под давлением, коксование нефтяных остатков, термоокислительные процессы в производстве битумов и пеков; процесс пиролиза и его значение; каталитические процессы, риформинг, каталитическая изомеризация углеводородов, гидроочистка и гидрообессеривание дистиллятов, гидрокрекинг; технология производства

смазочных масел и специальных жидких продуктов; технология переработки твердых горючих ископаемых (ТГИ) и производство углеродных материалов; процесс полукоксования и среднетемпературного коксования; коксование углей; новые направления в коксовании углей; улавливание и переработка химических продуктов коксования; энергохимическая переработка ТГИ; процессы газификации ТГИ; технологии процесса терморастворения и гидрогенизации твердых природных топлив; технология получения синтетических жидких и газообразных топлив на основе оксидов углерода; технология углеродных материалов: основные виды сырья, технология углеграфитовых материалов; производство различных видов углеродных материалов и композиций на их основе; получение товарных топлив, смазочных материалов и специальных продуктов; требования к товарным продуктам; компаундирование; сжиженные газы; жидкие топлива и присадки к ним; масла, области применения, присадки; пластичные смазки, их основные виды.

## **1.2 Предмет, цели, задачи и принципы построения дисциплины**

Предметом курса «Химическая технология топлива и углеродных материалов» является технология переработки топлива и углеродных материалов в предметы потребления и средства производства. Процессы химической технологии топлива и углеродных материалов включают химическую переработку углесодержащего сырья, основанную на сложных по своей природе химических и физико-химических явлений. Объем изучаемого материала и принципы построения курса обусловлены спецификой изучаемого курса и объемом необходимых знаний для решения проблем в профессиональной деятельности специалиста связанных с разработкой, проектированием, наладкой, эксплуатацией и совершенствованием процессов в переработке углехимического сырья, сланцев, нефти и газа. Объектами изучения курса являются газообразные, жидкие и твердые горючие ископаемые, углеграфитовые и углеродные материалы, а также технологические процессы переработки этого сырья и установки и аппараты для осуществления этих технологических процессов.

Цель курса – сформировать и развить у студентов технологическое мышление в области переработки горючих ископаемых.

Задачи дисциплины:

- изучение основных химико-технологических процессов в переработке горючих ископаемых;
- усвоение конкретных приемов и методов решения технологических задач;
- анализ и оценка альтернативных материалов технологической схемы и отдельных узлов;
- определение и анализ свойств используемых горючих ископаемых и получаемых материалов.

Курс «Химическая технология топлива и углеродных материалов» включает три основных раздела посвященных переработке углеводородных газов, нефти и твердых горючих ископаемых.

### **1.3 Роль и место курса в структуре реализуемой образовательной программы**

Курс «Химическая технология топлива и углеродных материалов» является важной дисциплиной, завершающий базовую подготовку студентов по химической технологии и раскрывающий взаимосвязь между развитием естественных наук и процессов материального производства. Современная химическая технологи переработки горючих ископаемых использует достижение естественных и технических наук, изучает и разрабатывает совокупность физических и химических процессов, машин и аппаратов, оптимальные пути осуществления этих процессов и управления ими при промышленном производстве огромного ассортимента различных веществ, продуктов, материалов и изделий. Курс химической технологии топлива и углеродных материалов играет центральную роль в реализации подготовки инженеров по специальности 240403 – «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и включает в себя все достижения теоретической и практической химии.

В результате изучения дисциплины студент должен

**знать:**

- физические и химические свойства горючих ископаемых;
- физические и химические свойства продуктов переработки горючих ископаемых;
- важнейшие типовые технологические схемы технологические схемы переработки газообразных, жидких и твердых горючих ископаемых;
- инженерное оформление химико-технологических процессов;

**уметь:**

- определять свойства сырья и получаемых продуктов переработки;
- осуществлять экспертизу химико-технологических производств переработки горючих ископаемых;
- читать и составлять схемы установок по переработке углеводородных газов, нефтяного сырья и твердых горючих ископаемых.

Курс «Химическая технология топлива и углеродных материалов» базируется на содержании следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Органическая химия», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология». В свою очередь курс «Химическая технология топлива и углеродных материалов» является базой для освоения дисциплины «Основы научных исследований и проектирования» и ряда специальных дисциплин.

### 1.4 Объемы учебной работы и предусмотренные рабочими учебными планами реализуемой образовательной программы формы аттестации ее результатов

Характеристика трудоемкости дисциплины

Таблица 1

Виды учебной работы	Семестр	Объемы учебной работы (в семестре/в неделю), ч.			Объемы учебной работы в кредитах (зачетных единицах)
		Аудиторные занятия	Самостоятельная работа	Всего	
1	2	3	4	5	6
1. Предусмотренный рабочим учебным планом объем изучения дисциплины в учебных семестрах:					
- всего	-	136/8	/8	266/8	7,0
- в т.ч. по семестрам	8	85/5	96/5	181/5	5,0
	9	51/3	34/3	85/3	2,0
2. По видам аудиторных занятий:					
- лекции	8	34/2	-	34/2	1,0
	9	34/2	-	34/2	1,0
- лабораторные занятия	8	51/3	-	51/3	1,5
	9	17/1	-	17/1	0,5
- курсовое проектирование	9	-	-	-	
3. Аттестация по курсу:					
- зачеты	8	-	-	-	
	9	-	-	-	
- экзамены	8	-	-	36	1
	9	-	-	36	1
4. Итого объем курса по семестрам (записи в зачетную книжку):					
- зачеты	8	-	-	81	2,0
	9	-	-	28	0,5
- экзамены	8	-	-	100	3,0
	9	-	-	57	1,5
5. Итого трудоемкость дисциплины				338	9,5

## 2 Структура и содержание дисциплины

Курс «Химическая технология топлива и углеродных материалов» состоит из трех разделов:

1. Химическая технология нефти и газа.
2. Химическая технология твердых топлив.
3. Химическая технология углеродных материалов.

Содержание курса «Химическая технология топлива и углеродных материалов»

Таблица 2

№ п/п	Раздел	Тема	Содержание
1	2	3	4
1	Химическая технология нефти и газа	<p>1.1 Введение</p> <p>1.2 Научные основы процессов переработки нефтяного и газового сырья физическими методами</p> <p>1.3 Научные основы процессов переработки нефтяного и газового сырья химическими способами</p> <p>1.4 Конструктивное оформление и основные показатели работы установок для переработки нефти и газа</p>	<p>Современное состояние и перспектива развития нефтяной, газовой и нефтеперерабатывающей промышленности России и других стран. Роль отдельных источников энергии в топливно-энергетическом балансе. Характеристика месторождений нефти, газа и газоконденсата.</p> <p>Классификация физических методов. Подготовка нефти, газа и газоконденсата к переработке. Основы переработки природных газов и газоконденсатов. Строение нефтяных эмульсий и методы их разрушения. Теоретические основы атмосферной и вакуумной перегонки нефти. Азеотропная и экстрактивная перегонка. Адсорбционные методы разделения и очистки сырья. Деасфальтация нефтяных остатков и депарафинизация нефтяных фракций.</p> <p>Классификация химических методов переработки и очистки нефтяного и газового сырья. Теоретические основы термодеструктивных процессов переработки нефти. Каталитический крекинг и каталитический риформинг. Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке (гидрокрекинг, гидроизомеризация, гидроочистка). Алкилирование изобутана олефинами.</p> <p>Трубчатые печи, ректификационные колонны, испарители, газосепараторы, электродегидраторы, абсорберы, адсорберы. Теплообменная аппаратура. Реакторы и регенераторы.</p>

1	2	3	4
2	Химическая технология твердых топлив	<p>1.5 Технологические основы и схемы процессов переработки нефти и газа</p> <p>1.6 Производство товарных нефтепродуктов</p> <p>2.1 Состав и свойства твердых горючих ископаемых</p> <p>2.2 Коксование углей</p> <p>2.3 Деструктивная гидрогенизация твердых горючих ископаемых</p> <p>2.4 Технология получения пористых углеродных материалов</p>	<p>Технология переработки газов адсорбционными, абсорбционными и компрессорными методами. Схемы обезвоживания и обессоливания нефтей. Прямая перегонка нефти на атмосферных и атмосферно-вакуумных установках. Вторичная перегонка бензина. Экстрактивная и азеотропная перегонка. Экстракция ароматических углеводородов из бензиновых и керосино-газойлевых фракций. Удаление ароматических, сернистых и смолистых компонентов из масляных дистиллятов. Принципиальные схемы термодеструктивных процессов переработки нефти (пиролиз, коксование и крекинг под давлением). Технологические схемы каталитического крекинга. Каталитический риформинг бензинов. Типовые схемы гидроочистки. Варианты гидрокрекинга.</p> <p>Классификация товарных нефтепродуктов. Принципы компаундирования сырья и фракций для получения товарных нефтепродуктов. Применение различных присадок при изготовлении нефтепродуктов.</p> <p>Краткие сведения по геологии горючих ископаемых. Торф, сапропель, уголь. Технический анализ углей. Обогащение топлив. Сера в углях и пути ее накопления. Микрокомпоненты гумусовых и сапропелитовых углей. Групповой состав твердых горючих ископаемых. Бурые угли, сланцы и антрациты.</p> <p>Процессы, протекающие при коксовании спекающихся углей и угольных шихт, спекание и превращение полукокса в кокс. Выделение газообразных продуктов. Технология производства кокса. Непрерывное коксование. Каменноугольные пеки и пековый кокс.</p> <p>Назначение процесса гидрогенизации. Катализаторы процесса. Жидкофазная и парофазная гидрогенизация. Совместная гидрогенизация углей и нефти. Гидрогенизация индивидуальных веществ. Схема синтеза из водорода и оксида углерода. Характеристика продуктов синтеза. Теоретические основы процессов газификации и конверсии углеводородных газов.</p> <p>Углеродные сорбенты и области их применения. Свойства углеродных сорбентов. Технологические стадии и физико-химические основы процесса получения углеродных сорбентов.</p>

1	2	3	4
3	Химическая технология углеродных материалов	3.1 Свойства и применение материалов на основе углерода  3.2 Сырьевые материалы	Электроды для выплавки чугуна и стали. Катодные блоки для футировки электролизеров. Углеродные композиционные материалы. Особо чистые графиты для синтеза алмазов. Реокристаллизованные графиты, стеклоуглерод. Углеродные волокна. Фуллерены и нанотрубки. Особенности строения и технологии получения. Коксы. Способы получения коксов. Кубовые установки коксования. Установки замедленного коксования, коксование в камерных печах. Сырье для молотых коксов (нефтяные пиролизные смолы, крекинг-остатки, сланцевые и каменноугольные смолы). Связующие материалы и их характеристика. Каменноугольный пек. Классификация и способы получения. Нефтяные битумы и пеки, получение и свойства. Сланцевый пек. Технология углеродных материалов.

### 3 Календарный график изучения курса

#### 3.1 Лекции

Лекция- вид аудиторного учебного занятия, цель которого состоит в рассмотрении теоретических и проблемных вопросов в концентрированной логической форме, а также состояния и перспектив практического использования теоретических концепций дисциплины.

График рассмотрения теоретической части дисциплины представлен в таблице 3.

#### Программа лекций

Таблица 3

№ п/п	Тематика лекции	Количество академических часов
1	2	3
1	Введение	2
2	Научные основы процессов переработки нефтяного и газового сырья физическими методами	6
3	Научные основы процессов переработки нефтяного и газового сырья химическими способами	6
4	Конструктивное оформление и основные показатели работы установок для переработки нефти и газа	6
5	Технологические основы и схемы процессов переработки нефти и газа	10

1	2	3
6	Производство товарных нефтепродуктов ИТОГО в 8 семестре	4 34
1	Состав и свойства твердых горючих ископаемых	2
2	Коксование углей	6
3	Деструктивная гидрогенизация твердых горючих ископаемых	6
4	Технология получения пористых углеродных материалов	6
5	Свойства и применение материалов на основе углерода	6
6	Сырьевые материалы ИТОГО в 9 семестре	8 34
	ИТОГО по курсу в целом	68

### 3.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия – это форма учебного занятия (под руководством преподавателя) практической работы обучающихся, направленной на закрепление и углубление, практическое подтверждение теоретических концепций курса, а также на формирование и развитие умений и навыков планирования и проведения эксперимента.

График реализации лабораторного практикума с указанием тематики лабораторных занятий представлен в таблице 4.

#### Программа лабораторных занятий

Таблица 4

№ п/п	Тематика лабораторных занятий	Количество академических часов
1	2	3
1	Разгонка нефти на фракции. Построение кривой ИТК	6
2	Аналитический контроль нефтепродуктов	6
3	Каталитический крекинг нефтяного сырья	6
4	Пиролиз нефтяного сырья	6
5	Окисление нефтяных битумов	6
6	Влияние режима процесса риформинга на состав и количество продуктов	6
7	Получение карбоновых кислот из нефтяного парафина	6

1	2	3
8	Технический анализ твердых горючих ископаемых	6
9	Определение спекаемости и коксуемости углей	3
	ИТОГО в 8 семестре	51
1	Анализ газов переработки твердых горючих ископаемых	6
2	Анализ сырья для производства углеродных материалов	6
3	Анализ продуктов коксования	5
	ИТОГО в 9 семестре	17
	ИТОГО по курсу в целом	68

### **3.3 Объем, структура и содержание самостоятельной работы студентов, график ее выполнения**

Самостоятельная работа студентов по курсу «Химическая технология топлива и углеродных материалов» включает следующие компоненты:

- подготовка к лекциям;
- оформление отчета и подготовка к защите лабораторных работ;
- самостоятельное изучение отдельных творческих разделов курса;
- подготовка к коллоквиумам;
- подготовка, оформление и защита курсового проекта.

#### **3.3.1 Примерная тематика и требования к содержанию и оформлению курсового проекта**

1. Расчет реактора гидроочистки дизельного топлива.
2. Расчет реактора каталитического риформинга.
3. Расчет реактора гидрокрекинга.
4. Расчет реактора каталитического крекинга.
5. Расчет колонны отбензинивания нефти.
6. Расчет атмосферной колонны (АТ).
7. Расчет атмосферно-вакуумной колонны (АВТ).
8. Расчет колонны стабилизации.
9. Расчет трубчатой печи подогрева сырья.
10. Проект коксовой батареи.
11. Отделение первичного охлаждения коксового газа
12. Отделение пекоподготовки

Требования к содержанию и оформлению курсового проекта содержится в соответствующих методических разработках к курсовому проектированию.

### **3.3.2 Перечень теоретических разделов курса для самостоятельной работы**

1. Производственно-проектная оценка нефтей
2. Поточные схемы переработки нефти по топливному и комплексному вариантам
3. Качественные показатели нефтепродуктов и аналитический контроль производства
4. Получение товарных нефтепродуктов
5. Особенности технологии переработка горючих сланцев
6. Производство карбида кальция
7. Получение метанола из синтез газа

### **3.3.3 Перечень теоретических вопросов выносимых на коллоквиумы**

#### Коллоквиум №1

1. Классификация и состав газообразных топлив
  2. Сырьевые источники природного газообразного топлива
  3. Подготовка газов к переработке
  4. Очистка природных газов от сероводорода и двуокиси углерода.
- Производство серы
5. Отбензинивание попутных газов
  6. Стабилизация газового бензина
  7. Извлечение гелия
  8. Хранение и транспортировка сжиженных газов

#### Коллоквиум №2

1. Классификация нефтей
2. Характеристика товарных нефтепродуктов
3. Основные направления переработки нефти
4. Подготовка нефти к переработке. Обезвоживание и обессолевание нефтей
5. Методы предотвращения потерь легких фракций
6. Стабилизация и сортировка нефтей
7. Методы переработки нефти
8. Перегонка нефти с однократным, многократным и постепенным испарением
9. Перегонка нефти в присутствии испаряющего агента и в вакууме
10. Азеотропная изкстрактивная перегонка

#### Коллоквиум №3

1. Общие свойства твердых горючих ископаемых (ТГИ)
2. Методы переработки ТГИ в различные продукты
3. Полукоксование углей

4. Технология коксования углей
5. Способы разделения продуктов коксования каменных углей
6. Гидрогенизация угля
7. Газификация угля
8. Получение водорода конверсией оксида углерода

### 3.3.4 Тематика и примеры содержания расчетно - графических заданий

#### Расчетно – графическое задание №1

1. Определить относительную плотность нефтепродукта  $d_4^{20}$ , если его  $d_4^{15} = 0,7586$
2. Определите относительную плотность нефтепродукта при  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если его  $d = 0,800$ ;  $k = 11,5$
3. Определите молекулярную массу нефтяного газа следующего состава:

Компоненты газовой смеси	Концентрация компонента, мольные доли	Молекулярная масса компонента
$C_1$	0,950	16
$C_2$	0,025	30
$C_3$	0,012	44
$C_4$	0,009	58
$C_5$	0,004	72

4. Определите фугитивность жидкой нефтяной фракции при  $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если критическая температура этой фракции  $t_{кр} = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , критическое давление  $P_{кр} = 2400\text{ кПа}$ . Давление насыщенных паров фракции при  $170\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет  $P = 800\text{ кПа}$
5. Мясляная фракция нефти имеет кинематическую вязкость при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  соответственно  $17,5 \cdot 10^{-6}$  и  $6,25 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$ . Определите кинематическую вязкость нефти при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$

#### Расчетно – графическое задание №2

1. Определите среднюю теплоемкость при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  жидкой нефтяной фракции плотностью  $d_{15}^{15} = 0,910$
2. Газовая смесь состоит из компонентов (% - объемы):  
 $\text{H}_2 - 0,6$ ;  $\text{CH}_4 - 15,9$ ;  $\text{C}_2\text{H}_4 - 19,8$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 - 14,9$ ;  $\text{C}_3\text{H}_6 - 22,4$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 - 4,7$ ;  
 изо- $\text{C}_4\text{H}_8 - 6,9$ ; н- $\text{C}_4\text{H}_8 - 10,0$ ;  $\text{C}_4\text{H}_6 - 2,6$ ; изо- $\text{C}_4\text{H}_{10}$  и н- $\text{C}_4\text{H}_{10} - 2,2$ .  
 Определите мольный и массовый состав смеси
3. Построить линию ОИ бензина, имеющего следующий фракционный состав: н.к. =  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 10% -  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 20% -  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 30% -  $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 40% -  $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

50% - 145 °C; 60% - 160 °C; 70% - 172 °C; 80% - 185 °C; 90% - 195 °C; к.к. = 205 °C

4. Определите температуру верха колонны деизобутанизатора, если давление на верху аппарата  $P = 0,707$  мПа, а состав паров:

Компонент	M	$y_i$
$C_3H_8$	44	0,0097
изо- $C_4H_{10}$	58	0,9790
Н- $C_4H_{10}$	58	0,0113
ИТОГО:		1,000

График самостоятельной работы студентов в 17-недельном семестре  
8 семестр

Таблица 4

Вид самостоятельной работы	Число часов в неделю																	Итого по видам работы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к лекциям	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	3,4
Подготовка отчета по лабораторным работам и к их защите	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	34,0
Изучение теоретических разделов курса			2	2	2								2	2	1,6			11,6
Выполнение и подготовка к защите индивидуальных заданий											РГЗ				⊕			10,0
											2	2	2	2	2			
Подготовка к контрольным мероприятиям		КЛ					⊕				КЛ				⊕			37
		3	3	3	3	3	3				3	3	3	3	3	3		
<b>Итого</b>	<b>2,2</b>	<b>5,2</b>	<b>7,2</b>	<b>7,2</b>	<b>7,2</b>	<b>5,2</b>	<b>5,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>7,2</b>	<b>7,2</b>	<b>9,2</b>	<b>10,2</b>	<b>8,8</b>	<b>5,2</b>	<b>2,2</b>	<b>96</b>

## 9 семестр

Вид самостоятельной работы	Число часов в неделю																	Итого по видам работы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к лекциям	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	3,0
Подготовка отчета по лабораторным работам и к их защите			1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	12,0
Изучение теоретических разделов курса		2	2	1												2		7,0
Выполнение и подготовка к защите индивидуальных заданий											РГЗ			⊕				6,0
												2	2	2				
Подготовка к контрольным мероприятиям				КЛ					⊕									6,0
				1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5									
<b>Итого</b>	<b>0,1</b>	<b>2,1</b>	<b>3,6</b>	<b>2,6</b>	<b>3,2</b>	<b>1,7</b>	<b>3,2</b>	<b>1,7</b>	<b>3,2</b>	<b>0,2</b>	<b>1,7</b>	<b>2,2</b>	<b>3,7</b>	<b>2,2</b>	<b>1,7</b>	<b>2,2</b>	<b>1,7</b>	<b>34</b>

## **4 Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности обучающихся**

### **4.1 Технология и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости (учебных достижений студентов)**

Для текущего контроля успеваемости по курсу «Химическая технология топлива и углеродных материалов» используется рейтинговая система контроля и оценки текущей учебной деятельности студентов, в том числе с использованием результатов оценки для промежуточной аттестации за соответствующий семестри в целом по курсу.

### **4.2 Технология и методическое обеспечение промежуточной аттестации**

Рабочим учебным планом в 8 и 9 семестрах предусмотрена промежуточная аттестация по курсу «Химическая технология топлива и углеродных материалов» в двух формах : зачет и экзамен.

Зачет студент получает по итогам прохождения им лабораторного практикума при условии успешного выполнения и защиты всех предусмотренных рабочей программой курса лабораторных работ.

Экзаменационная оценка определяется баллом по дисциплине  $B_D$  , который характеризуется совокупностью сумм баллов  $B_C$  набранных студентом по результатам его учебной деятельности в семестре и балла  $B_Э$  , полученного на экзамене:  $B_D = B_C + B_Э$  .

Максимальные значения этих баллов равны:  $B_D = 100; B_C = 80; B_Э = 20$ .

Сумма баллов  $B_C$  в 8 семестре складывается из трех компонентов:

Баллы  $B_L$  за учебную работу студента на лабораторных занятиях (1 балл за выполнение лабораторной работы и плюс 2 балла за защиту). В течение 8 семестра предусмотрено выполнение 9 лабораторных работ, поэтому максимальное значение  $B_L$  равно:  $B_L = 9 \cdot 3 = 27$ .

Сумма баллов  $B_K$  складывается из суммы баллов, полученных при сдаче двух коллоквиумов, из расчета максимально 19 баллов за коллоквиум.

В результате максимальное значение  $B_K$  может составить:  $B_K = 19 + 19 = 38$  баллов. Третий компонент  $B_P$ , характеризует самостоятельную работу студента по выполнению расчетно-графического задания. Максимальное значение  $B_P = 15$  баллов.

Балл  $B_Э$ , набранный студентом на экзамене (максимум 20 баллов) определяется результатом ответа на экзаменационный билет, который содержит два теоретических вопроса.

Таким образом, общая максимальная сумма баллов полученных по курсу в 8 семестре будет равна:

$$B_D = B_C + B_Э = B_L + B_K + B_P + B_Э = 27 + 38 + 15 + 20 = 100.$$

Экзаменационная оценка в 9 семестре складывается также из суммы  $B_C$  и  $B_Э$ . Сумма баллов  $B_C$  складывается из четырех компонентов  $B_L$  (максимально 3 лабораторные работы  $\cdot 3 = 9$  баллов),  $B_K$  (1 коллоквиум, максимально 16 баллов),  $B_P$  (1 РГЗ, максимально 10 баллов) и  $B_{КП}$  – баллы полученные за выполнение и защиту курсового проекта, максимально 45 баллов. Балл  $B_L$  максимально равен 20. Общая максимальная сумма баллов полученных в 9 семестре будет равна:

$$B_D = B_C + B_Э = B_L + B_K + B_P + B_{КП} + B_Э = 9 + 16 + 10 + 45 + 20 = 100 \text{ баллов.}$$

Пересчет 100-бальной системы оценки в традиционную 5-бальную осуществляется следующим образом:

- оценка «отлично» соответствует диапазону 91 - 100 баллов;
- оценка «хорошо» - 76 – 90 баллов;
- оценка «удовлетворительно» - 51 – 75 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» - 0 – 50 баллов.

#### 4.2.1 Перечень вынесенных на экзамены теоретических вопросов

##### 8 семестр

1. Роль отдельных источников энергии в топливно-энергетическом балансе.
2. Подготовка нефти, газа и газоконденсата к переработке.
3. Основы переработки природных газов и газоконденсатов.
4. Строение нефтяных эмульсий и способы их разрушения.
5. Классификация физических методов переработки нефти.
6. теоретические основы атмосферной и вакуумной перегонки нефти.
7. Азеотропная и экстрактивная перегонка.
8. Адсорбционные методы разделения и очистки сырья.
9. Деасфальтация нефтяных остатков.
10. Депарафинизация нефтяных фракций.
11. Классификация химических методов переработки нефти.
12. Теоретические основы термодеструктивных процессов переработки нефти.
13. Каталитический крекинг.
14. Каталитический риформинг.
15. Гидрокрекинг.
16. Гидроизомеризация нефтяных фракций.
17. Гидроочистка солярового дистиллята.
18. Процессы и технология алкилирования изобутана олефинами.
19. Трубчатые печи и испарители.
20. Ректификационные колонны.
21. Абсорберы и адсорберы.
22. Реакторы и регенераторы.
23. Технология переработки газов адсорбционными, абсорбционными и компрессорными способами.

24. Схемы обезвоживания и обессоливания нефтей.
25. Прямая перегонка нефти на атмосферных и атмосферно-вакуумных установках.
26. Вторичная перегонка бензина.
27. Экстрактивная и азеотропная перегонка.
28. Принципиальные схемы термодеструктивных процессов.
29. Типовые схемы гидроочистки.
30. Классификация товарных нефтепродуктов.

### 9 семестр

1. Состав и свойства твердых горючих ископаемых (ТГИ).
2. Процессы, протекающие при коксовании спекающихся углей.
3. Спекание и превращение полукокса в кокс.
4. Выделение газообразных продуктов.
5. Технология производства кокса.
6. Деструктивная гидрогенизация ТГИ.
7. Жидкофазная и парофазная гидрогенизация.
8. Схема синтеза водорода и оксида углерода.
9. Основы газификации и конверсии углеводородных газов.
10. Углеродные сорбенты и их свойства.
11. Физико-химические основы получения углеродных сорбитов.
12. Электроды для выплавки чугуна и стали.
13. Углеродные конструкционные и композиционные материалы.
14. Особо чистые графиты для синтеза алмазов.
15. Рекристаллизованные графиты и стеклоуглерод.
16. Углеродные волокна, фуллерены и нанотрубки.
17. Способы получения коксов.
18. Кубовые установки коксования.
19. Установки замедленного коксования.
20. Сырье для молозольных коксов
21. Связующие материалы, каменноугольный пек.
22. Нефтяные и сланцевые пеки.
23. Технология углеродных материалов.

### **4.3 Технологии методическое обеспечение контроля выживаемости знаний, умений и навыков, сформированных при изучении курса**

Контроль выживаемости знаний, полученных при изучении курса «Химическая технология топлива и углеродных материалов» осуществляется с помощью тестов.

#### Пример теста

1. Газообразным топливом называется топливо:
  - а) находящееся в состоянии газа при стандартных условиях;

- б) добываемое в виде газа из газоконденсаторных месторождений;
- в) находящееся в состоянии газа при температуре и давлении его эксплуатации;
- г) способное сгорать в среде с выделением тепла.

2. Очистка природных газов от сероводорода осуществляется с помощью:

- а) воды;
- б) этаноламинами;
- в) ацетоном;
- г) этанолом.

3. Стабилизация газового бензина заключается в удалении:

- а) сероводорода;
- б) тяжелых фракций;
- в) олефинов;
- г) метана, этана, пропана и частично бутана.

4. Высоко сернистые нефти – это нефти, содержание серы в которых составляет:

- а) более 2%;
- б) 0,5 – 1%;
- в) более 7%;
- г) более 10%.

5 Основные направления переработки нефти и газа включают в себя:

- а) топливный и комплексный;
- б) газовый и масляный;
- в) газовый, топливный и нефтехимический;
- г) топливный, топливно-масляный и нефтехимический.

6. Гидроочистка позволяет получать реактивные и дизельные топлива с малым содержанием:

- а) воды;
- б) серы;
- в) олефинов;
- г) нафтенов.

7. Установка четкой ректификации применяется для разделения:

- а) ароматических углеводородов;
- б) алканов;
- в) метана, бутана и пропана;
- г) олефинов.

## 5 Ресурсное обеспечение курс

### 5.1 Список основной учебной и учебно-методической литературы

1. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа. Ч. 1. – М.: Химия, 1972. – 360 с.
2. Смидович Е.В. Технология переработки нефти и газа. Ч. 2. – М.: Химия, 1979. – 328 с.
3. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти и газа. Ч. 1. – М.: ЦНИИТЭ нефтехим, 2000. – 362 с.
4. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти и газа. Ч. 2. – М.: ЦНИИТЭ нефтехим, 2001. – 235 с.
5. Химическая технология твердых горючих ископаемых. – М.: Химия, 1986. – 496 с.

### 5.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической и научной литературы

1. Ахметов С.А. технология глубокой переработки нефти и газа. – Уфа: «Гилем», 2002. – 673 с.
2. Эмирджанов Р.Т., Лемберанский Р.А. Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии. – М.: Химия, 1989. – 192 с.
3. Сарданишвили А.Г., Львов А.И. Примеры и задачи по технологии нефти и газа. – М.: Химия, 1980. – 256 с.

#### Научные журналы:

4. Известия ВУЗов. Нефть и газ
5. Нефтепереработка и нефтехимия.
6. Технология нефти и газа.
7. Химия твердого топлива.