

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»  
Химико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке  
В. Германенко  
2022 г.




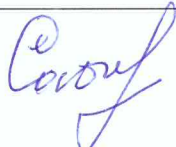

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
<b>Программа аспирантуры</b> <i>Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ</i>	Код ПА 2.6.12.
<b>Группа специальностей</b> Химические технологии, науки о материалах, металлургия	Код 2.6.
<b>Федеральные государственные требования (ФГТ)</b>	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951
<b>Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)</b>	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» от 31.03.2022 №315/03

Екатеринбург  
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Стахеев Сергей Георгиевич	Канд. техн. наук, доцент	Заведующий кафедрой	Кафедра химической технологии топлива и промышленной экологии	
2	Сабирова Тамара Михайловна	Д.т.н., профессор	Профессор	Кафедра химической технологии топлива и промышленной экологии	
3	Косарева Маргарита Александровна	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Кафедра химической технологии топлива и промышленной экологии	

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № \_\_6\_\_ от \_30.05.2022\_ г.



[А.Б. Даринцева]

Согласовано:

Начальник ОПНПК



[Е.А. Бутрина]

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТОПЛИВА И ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» относится к базовой части программы аспирантуры.

Цель дисциплины: получение аспирантами знаний по технике и технологии переработки природных энергоносителей – сланцев, бурых и каменных углей, нефти и газа.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- изучение технологий производства широкой номенклатуры органических соединений из – сланцев, бурых и каменных углей, нефти и газа;
- изучение физико-химических основ и технологических принципов наукоемких химических технологий, позволяющих решать проблемы ресурсосбережения и экологической безопасности производств переработки природных энергоносителей;
- приобретение новых научных знаний в области создания энергосберегающих и экологически чистых технологий получения органических соединений из природных энергоносителей;
- формирование умений по разработке оптимальных технологических схем производств по переработки природных энергоносителей.

## **1.2. Язык реализации дисциплины – русский.**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.**

**В результате освоения дисциплины аспирант должен:**

**Знать:**

- структуру и основные свойства природных энергоносителей;
- методы исследования природных энергоносителей;
- физико-химические основы технологии переработки природных энергоносителей;
- основные закономерности процессов технологии природных энергоносителей;
- технологии переработки природных энергоносителей.

**Уметь:**

- использовать методы исследования природных энергоносителей;
- пользоваться физико-химическими основами и основными закономерностями процессов при разработке технологий переработки природных энергоносителей;
- разрабатывать энерго-, ресурсосберегающие и экологически чистые технологии получения продуктов из природных энергоносителей.

**Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- современными методами исследования природных энергоносителей;
- энерго-, ресурсосберегающими и экологически чистыми технологиями переработки природных энергоносителей
- управлять процессами формирования структуры и заданных свойств продуктов переработки природных энергоносителей;
- навыками работы с научной литературой с целью определения направления исследования и решения специализированных задач.

## 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины в 6 семестре (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
2.	Лекции	4	4	4
3.	<b>Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>104</b>	<b>1</b>	<b>104</b>
4.	<b>Промежуточная аттестация</b>	104	<b>1</b>	Э
5.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	108		108
6.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	3		3

\*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.4 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15 % от объема аудиторных занятий).

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Краткая характеристика дисциплины. Предмет, цели, задачи, объем, содержание, порядок изучения материала. Оценка видов природных энергоносителей как сырья для термической и термохимической переработки. Современное состояние и основные тенденции в развитии технологии переработки природных энергоносителей в России и мире.
P2	Строение, состав и свойства твердых природных энергоносителей	Современные представления о химической структуре угля. Объяснение свойств углей с позиций этих представлений. Технический анализ твердых природных энергоносителей. Обогащаемость твердых природных энергоносителей. Редкие элементы в твердых природных энергоносителях.
P3	Теоретические и технологические аспекты переработки твердых природных энергоносителей коксованием	Развитие технологии коксования твердых природных энергоносителей в России и мире. Сырьевая база коксохимической промышленности и перспективы ее развития. Механизм образования кокса. Процессы, протекающие при коксовании спекающихся углей и угольных шихт. Составление угольных шихт. Превращение в пластическое состояние как результат термической деструкции углей. Свойства углей в пластическом состоянии: вязкость, газопроницаемость, динамика газовыделения, температурные интервалы. Вспучивание и давление расприрания. Спекание, превращение полукокса в кокс. Усадка и трещинообразование. Выделение газообразных продуктов на разных стадиях процесса курсообразования. Спе-

		<p>каемость, спекающая способность и коксуюемость углей и методы их определения.</p> <p>Коксование углей. Подготовка углей обогащением. Значение и необходимость обогащения. Теоретические основы обогащения. Оценка степени обогащения углей. Методы обогащения углей. Технологическая схема обогатительной фабрики.</p> <p>Прием и складирование, усреднение сырья. Склады угля, их оборудование. Основы грохочения, дробления и измельчения. Прогнозирование и расчет оптимального измельчения углей. Избирательное дробление. Пневматическая сепарация. Технологическая схема углеподготовительного цеха. Основные машины и механизмы.</p> <p>Основные принципы расчета и составления угольных шихт для производства металлургического кокса.</p> <p>Основные требования к коксу как топливу для доменных печей. Контроль качества кокса. Специальные сорта кокса. Потребители.</p> <p>Коксовые печи. Принципиальное устройство коксовой камеры, обогревательного простенка, регенератора, коксовой батареи. Основные конструкции коксовых печей в России и мире. Строительство и пуск коксовых печей. Технологическая схема коксового цеха.</p> <p>Основные принципы эксплуатации коксовых печей. Температурный режим. Тепловой баланс, расход тепла на коксование и КПД коксовых печей. Гидравлический режим. Режим выдачи и загрузки. Серийность, циклический график. Режимы внепечной обработки кокса. Тушение и сортировка кокса. Мокрое тушение, направления совершенствования. Комбинированное мокрое тушение CSQ. Установки сухого тушения кокса (УСТК). Комбинированные процессы охлаждения кокса и термической подготовки шихты.</p> <p>Производство формованного кокса. Производство коксобрикетов. Коксование и окисление брикетов. Брикетирование со связующим веществом и без связующего вещества. Потребители коксобрикетов. Производство кокса в шахтных печах. Техника и технология производства кокса без улавливания химических продуктов. Сущность термоокислительного коксования. Основные конструкции печей. Сравнительный анализ с традиционной технологией.</p> <p>Основные выбросы вредных веществ при производстве кокса в горизонтальных печах. Бездымная загрузка и беспылевая выдача коксовых печей. Ступенчатый подвод отопительного газа по высоте простенка. Экологическая оценка процессов мокрого и сухого тушения кокса.</p>
Р4	Улавливание и переработка химических продуктов коксования	<p>Ресурсы химических продуктов коксования. Состав основных продуктов: коксового газа, сырого бензола, смолы. Направления утилизации компонентов. Перспективы производства химических продуктов коксования, экономическое значение их использования.</p> <p>Качество химических продуктов коксования. Влияние на их состав и выход состава шихты, конструкции печей и режима</p>

коксования. Общая система взаимосвязей химических цехов коксохимического производства.

Коксовый газ. Оценка возможности утилизации газа и его тепла. Варианты первичного охлаждения коксового газа и их технико-экономическая оценка, особенности конструкции холодильников. Очистка газа от аэрозоля смолы.

Улавливание аммиака и пиридиновых оснований. Принципы улавливания: круговые и солевые схемы. Производство сульфата аммония. Схема сатураторного и бессатураторного процесса. Химизм процесса улавливания. Круговой фосфатный метод. Проблема уничтожения уловленного аммиака.

Улавливание сырого бензола. Метод абсорбции. Конструкции абсорберов. Виды абсорбентов и способы их регенерации.

Улавливание сероводорода. Классификация методов улавливания (очистки) по виду сорбента и химизму процесса. Общие принципы выбора метода. Технологическое оформление процессов. Окислительные (хиноновый) и абсорбционно-десорбционные (карбонатный, этаноламинный, метанольный) методы. Утилизация сероводорода: с получением серной кислоты, серы.

Переработка сырого бензола. Предварительная ректификация сырого бензола. Сернокислотная и гидрогенизационная очистка от сернистых и непредельных соединений. Основные реакции. Технология окончательной ректификации. Получение инден-кумароновых смол.

Разделение каменноугольной смолы, воды, фусов. Физико-химическая характеристика системы, ее особенности. Пути интенсификации процесса.

Переработка каменноугольной смолы. Основные направления переработки: обогащенные и технические ароматические углеводороды, технические масла, смазки, покрытия, сырье для производства углеграфитовых материалов и пути их использования.

Влияние физико-химической природы смолы на выбор метода ее переработки. Фазовые равновесия жидкость-пар и жидкость-твердое в системах, образованных компонентами каменноугольной смолы. Подготовка смолы к переработке, обезвоживание и обессоливание. Разделение смолы на фракции ректификацией в одноколонном и многоколонном вариантах. Пути возможного улучшения качества фракций.

Переработка фракций каменноугольной смолы. Извлечение фенолов и оснований. Химизм и кинетика процесса. Схемы очистки и аппаратное оформление. Особенности переработки нафталиновой и антраценовой фракций. Получение прессованного, кристаллического нафталина. Ректификационные методы переработки нафталиновой фракции. Очистка нафталина от сернистых и непредельных соединений. Основные направления использования нафталина. Схемы переработки антраценовой фракции, направления использования антрацена.

		<p>Переработка каменноугольного пека. Требования к качеству пека, пути его использования. Получение высокотемпературного пека, пека для электродов. Коксование пека. Пековый кокс. Требования к качеству пекового кокса и области его применения.</p> <p>Сточные воды коксохимического производства. Источники образования и виды сточных вод. Состав сточных вод. Очистка сточных вод механических примесей, смол и масел. Методы очистки сточных вод от фенолов: биохимический, пароциркуляционный, экстракционный, окислительный. Использование очищенных сточных вод в цикле оборотного водоснабжения.</p>
P5	Теоретические и технологические основы процесса газификации и конверсии углеводородных газов	<p>Основные пути развития газификации. Сырье для получения газов (твердые и жидкие природные энергоносители, природные газы, попутные газы и газы нефтедобычи и нефтепереработки).</p> <p>Механизм реакций углерода с <math>\text{CO}_2</math>, <math>\text{H}_2\text{O}</math>, <math>\text{O}_2</math> и реакций конверсии углеводородных газов. Основы диффузионно-кинетической теории процессов горения и газификации природных энергоносителей. Зависимость суммарной скорости процесса от химических и физических факторов. Определение основных кинетических характеристик реакций углерода с газами. Безостаточная газификация топлив. Характеристика процесса газообразования в пылевидном факеле, в кипящем слое и плотном слое топлива.</p> <p>Газификация парогазовых продуктов, получающихся при термическом разложении бурых углей. Методы производства воздушных, паровоздушных, водяного и парокислородного газов из пылевидного, мелкозернистого и кускового топлива.</p> <p>Характеристика жидких топлив, применяемых для газификации. Производство газов из жидких топлив для синтеза спиртов и аммиака. Получение олефинов и ацетиленовых углеводородов. Газификация жидких топлив под высоким давлением. Основные показатели газификации топлив.</p> <p>Подземная газификация угля.</p>
P6	Теоретические и технологические аспекты переработки нефтегазового сырья	<p>Первичная переработка нефти. Основные принципы переработки нефти ректификацией. Роль и значение трубчатых установок на нефтеперерабатывающих заводах. Система трубчатых установок: атмосферные, вакуумные, атмосферно-вакуумные. Типовые установки АВТ. Температурный режим работы трубчатых печей и колонных агрегатов. Конструкции трубчатых печей. Основы перегонки и ректификации нефтяных смесей. Понятие теоретической тарелки, флегмового числа и их влияние на четкость и полноту разделения углеводородов. Кривые однократного испарения и истинных температур кипения. Основные элементы сложных ректификационных колонн, применяемых на нефтеперерабатывающих заводах. Способы регулирования качества дистиллятов и остатков. Системы орошения колонн, способы ввода сырья в колонны.</p> <p>Экстракционное выделение ароматических углеводородов из бензиновых и керосино-газойлевых фракций. Депарафинизация реактивных и дизельных топлив.</p>

		<p>Смазочные масла. Общие принципы получения. Деасфальтизация гудрона пропаном, селективная очистка фенолом, депарафинизация сложным растворителем. Дополнительная очистка масел адсорбентами и гидроочистка. Карбамидная депарафинизация масел.</p> <p>Нефтяные битумы. Классификация битумов и их назначение. Выбор сырья для получения дорожных и строительных битумов. Способы производства битумов окислением воздуха.</p> <p>Парафины и церезины. Сорта и общие способы их получения. Использование в промышленности.</p> <p>Комплексная переработка газового сырья. Переработка в химические продукты и моторные топлива. Утилизация попутного нефтяного газа. Особенности добычи и переработки газоконденсатного сырья.</p> <p>Технология добычи и использования шахтного метана. Ресурсы метана в угольных месторождениях. Качество добываемого метана и проблемы его добычи и использования.</p>
P7	Термокаталитические методы переработки нефтегазового сырья	<p>Термический крекинг нефтяного сырья. Промышленные методы термического крекинга. Основные факторы: температура, давление, состав сырья, продолжительность процесса. Основные элементы технологической схемы. Характеристика продуктов крекинга и пути их использования.</p> <p>Коксование тяжелых нефтяных остатков как способ углубленной переработки нефти. Механизм образования кокса. Факторы процесса. Конструкция камер коксования. Продукты коксования, качество, пути использования. Методы непрерывного коксования в «кипящем» слое. Пути использования пылевидного кокса. Проблемы производства игольчатого кокса.</p> <p>Пиролиз газов и легких дистиллятов для получения алкенов.</p> <p>Каталитический крекинг. Катализаторы крекинга, требования к ним. Основные параметры технологического процесса: объемная скорость, кратность циркуляции катализатора, активность катализатора, глубина крекинга, выход целевых продуктов. Технологическая схема установки с циркулирующим катализатором, конструкции основных аппаратов и их недостатки. Каталитический крекинг в «кипящем» слое катализатора. Характеристика процесса. Качество продуктов каталитического крекинга и пути их использования.</p> <p>Каталитический риформинг. Процесс избирательного катализа как метод получения высокооктановых бензинов и индивидуальных ароматических углеводородов. Теоретические основы процесса ароматизации. Поведение различных классов углеводородов в процессе риформинга. Общая направленность процесса. Промышленное оформление процесса гидроформинга и платформинга. Режим работы, выходы и качество продуктов. Факторы процесса: температура, давление, циркуляция водорода, активность катализатора. Методы выделения бензола, толуола, ксилолов. Пути использования водорода - побочного продукта.</p>



P8	Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке	<p>Гидроочистка. Теоретические основы и факторы процесса: температура, давление, объемная скорость, активность катализатора, циркуляция водорода, состав сырья. Схема технологического процесса гидроочистки. Режим работы, аппаратура, выход и качество очищенных продуктов. Комбинирование гидроочистки с другими процессами. Катализаторы процесса и механизм их действия.</p> <p>Гидрокрекинг. Назначение процесса. Характеристика сырья и основных видов продукции. Особенности химизма и механизмы реакций гидрокрекинга. Катализаторы гидрокрекинга. Технологическая схема и режимные показатели процесса гидрокрекинга.</p> <p>Нефтезаводские газы, их ресурсы и состав. Фракционирование газов с применением давления, холода, ректификации. Газофракционирующие, абсорбционно-газофракционирующие установки нефтезавода. Назначение, технологические схемы, получаемые продукты. Пути использования углеводородных газов и фракций для синтеза. Каталитическая переработка легких углеводородных компонентов. Изомеризация бутан-гексановой фракции. Дегидрирование н-бутана. Алкилирование изобутана алкенами.</p> <p>Хранение природного газа для бесперебойного снабжения потребителей. Подземные хранилища.</p> <p>Сжиженный газ. Возможности хранения, транспортирования, использования.</p>
----	--	---

### 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1. Практические занятия

Не предусмотрено.

#### 3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

##### 3.2.1. Примерный перечень рефератов

Тематика рефератов должна рассматривать аналитический обзор научно-технической и патентной литературы по проблеме, решаемой аспирантом при работе над кандидатской диссертацией.

Объем реферата 20-25 страниц машинописного текста формата А-4.

##### 3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

Применяются утвержденные в Химико-технологическом институте критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет без-	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности,	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет

	различное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
--	---	--	---

## 4.2. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

### 4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

### 4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Техническая классификация нефти и технологическая классификация – их назначение. Показатели технологической классификации и их характеристика.
2. Мазутная (неглубокая) схема переработки нефти. Характеристика получаемых продуктов переработки.
3. Полумазутная (углубленная) схема переработки нефти. Характеристика получаемых продуктов переработки.
4. Топливоно–масляный вариант и нефтехимический варианты переработки нефти. Характеристика получаемых продуктов переработки.
5. Обезвоживание и обессоливание нефти на установках ЭЛОУ на нефтеперерабатывающих предприятиях. Принципиальная схема ЭЛОУ, режимные показатели процесса. Типы электродегидраторов и их характеристика.
6. Особенности нефти как сырья для разделения по температурам кипения. Использование водяного пара и вакуума в процессах нефтепереработки.
8. Классификация промышленных установок по схеме испарения и их характеристика. Достоинства крупных комбинированных установок.
9. Термодеструктивные методы переработки нефтяного сырья. Их назначение и характеристика.
10. Установка замедленного коксования: схема процесса, стадии процесса. Характеристика нефтяных коксов.
11. Каталитический риформинг – назначение процесса, сырье, принципиальная технологическая схема процесса, его оперативные параметры и характеристика продуктов.
12. Основные факторы процесса гидроочистки дистиллятного сырья (каталитический риформинг, изомеризация прямогонных бензинов, гидроочистка дизельного топлива).
13. Принципиальная схема процесса гидроочистки дистиллятного сырья, ее функционирование и показатели работы.
14. Масла нефтяные смазочные. Виды масел, их эксплуатационные характеристики. Присадки к маслам и их назначение.
15. Назначение экстракционных процессов в производстве масел. Технологические параметры процессов экстракции. Выбор растворителей и требования к ним.
16. Селективная очистка масляных дистиллятов и масляных деасфальтизаторов. Назначение процесса, сырье и его качество.
17. Фенольная очистка масляных дистиллятов и деасфальтизаторов: основные факторы процесса.
18. На примере n-гептана изобразить схему реакций ароматизации на бифункциональных катализаторах в процессе каталитического риформинга.
19. Основные отличия химических реакций в процессах каталитического крекинга и гидрокрекинга.
20. Принципиальные технологические отличия процесса пиролиза от термического крекинга.
21. Основные отличия химических реакций в процессах термического и каталитического крекинга. Основные критерии композиционного материала. Наиболее известные виды углеволоконных композитов.

22. Классификация углеродных композитов по материалу композиции, типу арматуры, ее ориентации, способу получения композиции и изделий из них.
23. Новые аллотропные формы атома углерода, как следствие его различных валентных состояний. Структура, свойства и применение аллотропных модификаций углерода.
24. Краткое описание промышленно-значимых технологий получения углеродных волокон.
25. Чем вызвано многообразие органических соединений и аллотропных модификаций углерода?
26. Состав твердых топлив. Представления о рабочем топливе, сухой, горючей и органической массе топлива. Основные показатели технического анализа топлива.
27. Вода в твердом топливе. Внешняя и внутренняя влага. Выход влаги при коксовании.
28. Зола топлива. Сера в топливе.
29. Выход летучих веществ. Связь выхода летучих веществ и возраста топлив.
30. Теплота сгорания топлив. Способы определения. Низшая и высшая теплота сгорания.
31. Смолы высокотемпературного коксования. Основные компоненты смол. Практическое использование высокотемпературной смолы.
32. Газификация угля и синтез топлива из оксида углерода (II) и водорода.
33. Пластическое состояние углей. Пластическое состояние углей, связь с возрастом, петрографическим составом и скоростью нагрева. Пластометрический метод Сапожникова.
34. Химические методы исследования углей, характер информации о структуре угля, полученной при использовании этих методов.
35. Физико-химические методы исследования углей, характер информации о структуре угля, полученной при использовании этих методов.
36. Характеристика твердых природных энергоносителей и основные процессы, протекающие при их термической переработке.
37. Содержание и состав примесей в прямом коксовом газе. Назначение и функции машинного отделения на КХП.
38. Технологическая схема и назначение отделения конденсации.
39. Технология разделение воды, смолы и фусов.
40. Очистка коксового газа от аммиака с получением сульфата аммония в сатураторном процессе.
41. Технология улавливания бензольных углеводородов каменноугольным поглотительным маслом.
42. Технология улавливание и сжигания аммиака в круговом фосфатном способе.
43. Паровая и огневая регенерация поглотительного масла.
44. Технология получения серной кислоты из сероводородного газа методом «мокрого катализа».
45. Назначение и технология конечного охлаждения коксового газа с закрытым циклом охлаждающей воды.
46. Состав сырого бензола. Предварительная ректификация сырого бензола.
47. Окончательная ректификация очищенной фракции БТК.
48. Переработка тяжелого бензола и получение инден-кумароновых смол.
49. Подготовка каменноугольной смолы к переработке. Обезвоживание смолы.
50. Технологическая схема фракционирования каменноугольной смолы в одноколонном ректификационном агрегате. Характеристика получаемых фракций.
51. Технологическая схема переработки каменноугольной смолы по технологии Рутгерс. Характеристика получаемых фракций.
52. Тепловые и газодинамические процессы в камере при получении кокса.
53. Коксовые печи с системой обогрева "перекидные каналы" ПК-2К.
54. Влияние качества кокса на показатели работы доменной печи.
55. Коксовые печи с системой обогрева "парные вертикалы с рециркуляцией" (ПВР).
56. Влияние основных показателей качества угольной шихты на качество кокса.
57. Основные конструктивные элементы коксовой батареи и их назначение.
58. Получение и свойства идеальных генераторных газов.

59. Устройство и принцип работы газогенератора для пылевидных твердых топлив "Копперс-Тот-цек".
60. Устройство и принцип работы газогенератора для кусковых твердых топлив "Lurgi".
61. Требования к сырью и технология его подготовки к жидкофазной гидрогенизации.
62. Направления переработки среднего масла и бензина жидкофазной гидрогенизации.
63. Комбинирование ядерных реакторов с газогенераторами водяного газа. Перспективы развития.
64. Основные закономерности процесса гидрогенизации твердых горючих ископаемых.
65. Устройство и принцип работы слоевого газогенератора.
66. Классификация процессов газификации.
67. Устройство и принцип работы аппарата для жидкофазной гидрогенизации.
68. Технологическая схема жидкофазной гидрогенизации.
69. Основные показатели качества металлургического кокса.
70. Виды, состав и теплота сгорания горючих газов для отопления коксовых печей.
71. Гидравлический режим коксовых печей.
72. Виды и качество огнеупорных материалов для кладки коксовых печей.
73. Техника и технология сухого тушения кокса.
74. Угледоготовительный цех. Требования к качеству угольной шихты.
75. Техника и технология мокрого тушения кокса.
76. Прием, хранение и усреднения углей на коксохимическом предприятии. Открытые и закрытые угольные склады.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Рекомендуемая литература**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Справочник коксохимика. В 6-ти томах. Том. 2. Производство кокса / Под общ. ред. В.И.Рудыки, Ю.Е. Зингермана. - Харьков: Издательский Дом "ИНЖЭК", 2014. -278 с.
3. Кауфман А.А., Филоненко Ю.Я. Основы современной технологии коксохимического производства: Учебное пособие. - В 2-х томах. - Липецк: ЛГТУ-ЛЭГИ, 2011. Том II. - 154 с.
4. С. А. Ахметов. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых: Учебное пособие / С. А. Ахметов, М. Х. Ишмияров, А. А. Кауфман; под ред. С. А. Ахметова. - СПб.: Недра, 2009. 832 с.
5. Герасимов А.А. Автоматизация работ в КОМПАС-График/СПб.: БХВ-Петербург, 2010,- 608 с.
6. Уваров А.С. Инженерная графика для конструкторов в AutoCAD/М.: ДМК-Пресс, 2010,- 400 с.
7. Поппер К. Логика научного исследования. Издательство: АСТ, Астрель. 2010. 576с.
8. Кожухар В. М. Основы научных исследований. Издательство: Дашков и Ко. 2010. 216с.
9. Основы научных исследований. Изд. Форум. Серия: Высшее образование. 2011 г. 272 с.
10. Кононюк А. Е. Основы научных исследований. Общая теория эксперимента (комплект из 2 книг). Изд.: Освита Украины. 2010 г. 960 с.
11. Магарил, Р. З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти / Р. З. Магарил. – М.: КДУ, 2010. – 278 с.

#### **5.1.2. Дополнительная литература**

1. Филоненко Ю.Я. Производство специальных видов кокса: учебное пособие / Ю.Я. Филоненко, Г.Н. Макаров, И.В. Глазунова. - Липецк: ЛЭГИ, 2008.- 120 с.
2. Оглезнев А.В. Промышленная безопасность опасных производственных объектов: методическое пособие. Пермь.: Припит, 2008. - 120 с.
3. Макдональд Д. Промышленная безопасность, оценка риска и системы аварийного останова. М.: Изд. Группа ИДТ. 2007. 416 с.
4. Основы научных исследований: Учебн. для техн. вузов / Под ред. В.И. Крутова, В.В. Попова. – М.: Высш. шк., 2006. – 400 с.

5. Гартман Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. Учебное пособие для вузов. Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 416 с.
6. Колисниченко Д. Н. Англо-русский толковый словарь компьютерных терминов / Д. Н. Колисниченко; [под. ред. М. В. Финкова]. - Санкт-Петербург: Наука и техника, 2006. – 288с.
7. Акимов В.А. Катастрофы и безопасность. М.: Деловой экспресс, 2006. - 392 с.
8. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. М.: Ин-октаво, 2005. - 368 с.
9. А. А. Кауфман, Г.Д. Харлампович. Технология коксохимического производства: Учебное пособие. – Екатеринбург: ВУХИН–НКА, 2005. 288 с.
10. Мановян А.К. Технология переработки природных энергоносителей: Учеб. Пособие для вузов. – М: Химия, КолосС, 2004. – 456 с.
11. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем. – М.: Химия, 2002. – 608 с.
12. Комарова Т. В. Получение углеродных материалов: Учеб. пособие. - М.: Изд. РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2001. — 93 с.
13. Н. Д. Русьянова. Углекислотная химия. М.: Наука, 2000. 316 с.
14. Сухоруков. В. И Научные основы совершенствования техники и технологии производства кокса. Екатеринбург. 1999. 393 с.
15. А. И. Камнева, В. В. Платонов. Теоретические основы химической технологии твердых горючих ископаемых. М.: Химия, 1998. 287 с.
16. Бухаркина Т. В., Дигуров Н. Г. Химия природных энергоносителей и углеродных материалов: Учеб. пособие. — М.: Изд. РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1998.—192 с.
17. И. М. Глушенко. Теоретические основы технологии горючих ископаемых. М.: Metallurgia, 1997. 296 с.
18. Фиалков А. С. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе. — М.: Аспект Пресс, 1997.— 718 с.
19. Харлампович Г.Д., Кауфман А. А. Технология коксохимического производства. М.: Metallurgia, 1995. 384 с.
20. Чистяков А.Н. и др. Технология коксохимического производства в задачах и вопросах. М.: Metallurgia, 1994, 296 с.
21. Кауфман А.А. и др. Мастер коксового производства. М.: Metallurgia, 1994. 185 с.
22. А. Н. Чистяков, Т. П. Соболева, А. М. Сыроежко. Лабораторный практикум по химии и технологии горючих ископаемых. М.: Metallurgia, 1993. 239 с.
23. Гоголева Т.Я. Химия и технология переработки каменноугольной смолы/ Т.Я. Гоголева, В.И. Шустиков. - М. : Metallurgia. 1992. - 256 с.
24. Л. И. Мариич. Газовая хроматография в контроле коксохимического производства. М.: Metallurgia, 1992. 192 с.
25. В. Маршалл. Основные опасности химических производств. М.: Мир, 1989. - 672 с.
26. Казмина В.В. Тепловые процессы коксования. М.: Metallurgia 1987 с., 185 с.
27. Соседов В. П., Чалых В. Ф. Графитация углеродных материалов — М.: Metallurgia, 1987.
28. Химическая технология твердых горючих ископаемых.: Учеб. для вузов / Под ред. Г.Н. Макарова и Г.Д.Харламповича. - М.: Химия. 1986.-496 с.
29. Н.С.Печуро, В.Д.Капкин, О.Ю.Песин. Химия и технология синтетического жидкого топлива и газа. - М.: Химия, 1986.-352 с.
30. Химическая технология твердых горючих ископаемых : учебник для вузов / под ред. Г.Н. Макарова и Г.Д. Харламповича. - М. : Химия, 1986. - 496 с.
31. Лазорин С.Н. Каменноугольная смола (получение и переработка)/ С.Н. Лазорин, Е.А. Скрипник. - М. : Metallurgia, 1985. - 118 с.
32. Кинли Х, Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение. Л.: Химия, 1984, 214 с. 1 Измерения. Контроль. Качество. Неразрушающий контроль. - М.: ИПК. Издательство стандартов, 2002.-709 с.
33. Чалых Е. Ф. Обжиг электродов. —М.: Metallurgia, 1981.— 114 с.

34. Привалов В. Е., Стенаненко М. А. Каменноугольный пек. — М.: Металлургия, 1981. — 208 с
35. Темкин И.В. Производство электроугольных изделий. М.: Химия, 1980, 248 с.
36. Сюняев З.И. Нефтяной углевод. М.: Химия, 1980, 272 с.
37. Чалых Е. Ф. Технология и оборудование электродных и электроугольных предприятий. М.: Металлургия, 1972, 432 с.
38. Федеральный закон № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".
39. Федеральный закон № 174-ФЗ "Об экологической экспертизе".
40. У. Бейкер, П. Кокс, П. Уэстайн, Дж. Кулеш, Р. Стрелю. Взрывные явления: оценка и последствия. М.: Мир, 1986. - в 2 книгах
41. Журналы: Кокс и химия, Химия твердого топлива, Заводская лаборатория, Нефтепереработка и нефтехимия, Химия и технология топлив и масел, Газовая промышленность, «Нефтегазовые технологии», «Мир нефтепродуктов», «Нефтехимия», «Наука и технология углеводородов», «Нефть России», «ТЭК России», «Oil and Gas Journal».
42. Экспресс-информация по нефтепереработке и нефтехимии.
43. Научно-аналитические обзоры по нефтепереработке и нефтехимии.

## **5.2. Методические разработки**

1. Солодовникова Е.С., Павлович О.Н. Теория и практика современных технологий улавливания и переработки химических продуктов коксования: метод. указания к лабораторным работам. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. — 56 с.
2. Теория и практика современных технологий производства кокса: учебное пособие / Л.В. Копелиович, С.Г. Стахеев. Екатеринбург: УрФУ, 2012. 116 с.
3. Еремин А.Я., Шишов М.Г., Кирсанов Ю.Г. Проектирование технологических схем и установок переработки горючих ископаемых и их экологического сопровождения. Учебное пособие. - Екатеринбург: УрФУ, 2012. - 35 с.
4. Физико-химические методы анализа твердых природных энергоносителей и углеродных материалов: методические рекомендации к лабораторным работам / сост. Е. Г. Золотарева, В. Д. Глянченко. — Екатеринбург: УрФУ, 2012. 49 с.
5. Аникин В.Л. Статистическая обработка результатов эксперимента в химической технологии. Екатеринбург: УрФУ, 2012.- 57 с.
6. Основы научных исследований и проектирования: тесты / сост. О.А. Белоусова. Екатеринбург: УрФУ, 2011. — 45 с.
7. Материальные и тепловые расчеты процесса коксования. Методические указания к лабораторным работам / Составители: В.Л. Аникин, М.Г. Шишов, О.А. Белоусова. Екатеринбург: УрФУ, 2010. — 52 с.
8. Полиазеотропно-полиэвтектические свойства каменноугольной смолы: учебное пособие / О.А. Белоусова, О.Н. Павлович, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. -128 с.
9. Состав, свойства и перспективы переработки каменноугольной смолы: Учебное пособие / О.Н. Павлович, Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2006, - 44 с.
10. Сборник примеров и задач по курсу "Теория и практика современных процессов коксования / А.А. Кауфман, В.Д. Глянченко, С.А. Косоголов. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 62 с.
11. Калыгин В.Г. Безопасность жизнедеятельности. Промышленная и экологическая безопасность, безопасность в техногенных чрезвычайных ситуациях. Курс лекций / В.Г. Калыгин, В.А. Бондарь, Р.Я. Дедеян. Под ред. В.Г. Калыгина. — М.: Химия, КолосС, 2006.
12. Теория и практика современных процессов коксования: сборник примеров и задач / А.А. Кауфман, В.Д. Глянченко, С.А. Косоголов. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 62 с.
13. Электронная абсорбционная и люминесцентная спектроскопия. Теория и практика: учебно-методическая разработка. Д.Н. Кожевников, А.М. Прохоров. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 41 с.
14. Бельская Н.П., Ельцов О.С., Понизовский М.Г. Ядерный магнитный резонанс. Теория и практика (часть 1). Издательство УрФУ. 2012. 105 с.

## **5.3. Программное обеспечение**

1. Microsoft office (Word, Excel, Power point);

2. Adobe Reader.

#### **5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;
2. Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;
3. Scopus: <http://www.scopus.com>;
4. Reaxys: <http://reaxys.com>;
5. Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>;
6. Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>;
7. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>

#### **5.5. Электронные образовательные ресурсы**

1. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>;
2. Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>;
3. Электронный каталог <http://opac.urfu.ru>;
4. Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>;
5. Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>;
6. Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>.

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

#### **6.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.**

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования.