

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 03 » февраля 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Технический углерод. Производство и применение**
(наименование)

Форма обучения: _____ **очная**
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ **магистратура**
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ **144 (4)**
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **18.04.01 Химическая технология**
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Химическая технология топлива и газа**
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области производства и применения различных технических углеродных материалов.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение состава и строения различных типов углеродных материалов, их применения;
- изучение современных процессов и оборудования производства технических углеродных материалов;
- формирование умения составлять технологические схемы производства углеродных материалов требуемого качества;
- формирование навыков технологических расчётов элементов производственного процесса получения углеродных материалов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Кокс нефтяной, технический углерод (сажа), активный уголь, углеграфитовые материалы, фуллерен, углеродные нанотрубки, графен, карбин (кумулен). Их характеристики, классификация, применение и методы производства.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает технологии производства углеродных материалов, физические, физико-химические и химические основы технологических процессов; технологические схемы процессов; основное оборудование процессов.	Знает технологии переработки нефти, физические, физико-химические и химические основы технологических процессов; технологические схемы процессов; основное оборудование процессов, принципы его работы и правила технической эксплуатации	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет составлять технологические схемы производства технических углеродных материалов требуемого качества, подбирать необходимое оборудование с учетом внедрения новой техники и технологии производства.	Умеет разрабатывать методические материалы, техническую документацию, а также представлять предложения по осуществлению разработанных проектов и производственных программ; повышать эффективность работы технологических установок на основе внедрения новой техники и технологии производства; разрабатывать проекты перспективных годовых, текущих планов по внедрению новой техники и технологий	Экзамен
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет навыками обеспечения внедрения новой техники на технологических объектах производства технических углеродных материалов.	Владеет навыками обеспечения внедрения новой техники на технологических объектах производства; организации разработки и реализации планов внедрения новой техники и технологий, проведения организационно-технических мероприятий, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; контроля над соблюдением проектной, конструкторской и технологической дисциплины.	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	40	40	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	68	68	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Углеродные материалы. Виды, основные строение и структура, применение	7	0	6	24
Тема 1. Классификация и применение углеродных материалов. Крупнотоннажные материалы: кокс нефтяной, технический углерод, активный уголь, углеграфитовые материалы.				
Тема 2. Углеродные наноматериалы: фуллерен, нанотрубки, графен, карбин (кумулен) – их виды и применение.				
Тема 3. Состав и структура крупнотоннажных углеродных материалов.				
Тема 4. Состав и структура углеродных наноматериалов.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Технологические процессы производства углеродных материалов. Общие закономерности, особенности производства и аппаратурное оформление процессов	11	0	12	44
Тема 5. Кокс нефтяной. Общие закономерности, особенности производства, аппаратурное оформление. Тема 6. Технический углерод (сажа). Общие закономерности, особенности производства, аппаратурное оформление. Тема 7. Активный уголь. Общие закономерности, особенности производства, аппаратурное оформление. Тема 8. Углеродные материалы. Общие закономерности, особенности производства, аппаратурное оформление. Тема 9. Углеродные наноматериалы: фуллерен, углеродные нанотрубки, графен, карбин (кумулян). Общие закономерности, особенности производства, аппаратурное оформление.				
ИТОГО по 2-му семестру	18	0	18	68
ИТОГО по дисциплине	18	0	18	68

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Составление технологических схем процессов получения разных типов крупнотоннажных углеродных материалов на базе различного углеводородного сырья
2	Расчет состава дымовых газов на выходе из зоны горения печного реактора производства технического углерода
3	Расчет температуры на входе в реакционную зону печного реактора производства технического углерода
4	Составление материального и теплового баланса процесса разложения сырья в реакционной зоне печного реактора производства технического углерода
5	Расчет количества воды для закалки газопродуктовой смеси печного реактора производства технического углерода

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов / Е. В. Смидович. - Москва: Альянс, 2011. - (Технология переработки нефти и газа : учебник для вузов; Ч. 2).	70
2	Современные и перспективные термолитические процессы глубокой переработки нефтяного сырья / Г. Г. Валявин [и др.]. - Санкт-Петербург: Недра, 2010.	52
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Кинле Х. Активные угли и их промышленное применение : пер. с нем. / Х. Кинле, Э. Бадер. - Ленинград: Химия, 1984.	1

2	Колокольцев С. Н. Углеродные материалы. Свойства, технологии, применения : учебное пособие для вузов / С. Н. Колокольцев. - Долгопрудный: Интеллект, 2012.	2
3	Мелешко А. И. Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты / А. И. Мелешко, С.П. Половников. - Москва: Сайнс-Пресс, 2007.	5
4	Наноструктурные покрытия и наноматериалы. Основы получения. Свойства. Области применения. Особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии / Н. А. Азаренков [и др.]. - Москва: Либроком, 2013.	1
5	Щурик А.Г. Искусственные углеродные материалы / А.Г. Щурик. - Пермь: Изд-во УНИИКМ, 2009.	2
2.2. Периодические издания		
1	Журнал прикладной химии / Российская академия наук. Отделение химии и наук о материалах. - Санкт-Петербург: Наука, 1928 - .	
2	Химия и технология топлив и масел : научно-технический журнал / Министерство энергетики Российской Федерации; Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина; Ассоциация нефтепереработчиков и нефтехимиков; Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти. - Москва: Изд-во РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 1956 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Сюняев З. И. Нефтяной углерод / З. И. Сюняев. - Москва: Химия, 1980.	4
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Формы существования углерода. Их получение и применение : учебное пособие / С. А. Оглезнева [и др.]. - Пермь: ПГТУ, 2003.	20

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Лаптев, А.И. Сверхтвердые материалы . Особенности структуры углеграфитовых материалов и основы термодинамики их превращения в алмаз : учебное пособие / А.И. Лаптев, А.А. Ермолаев, М.Ю. Беломытцев. — Москва : МИСИС, 2007. — 54 с.	https://e.lanbook.com/book/117149	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Раков, Э.Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э.Г. Раков. — 2-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 480 с.	https://e.lanbook.com/book/70727	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Технологии получения углеродных нанотрубок на синтетических и природных рудных катализаторах : учебное пособие / Т.И. Юшина, И.О. Крылов, В.Н. Дунаева, К.С. Попова. — Москва : Горная книга, 2015. — 64 с.	https://e.lanbook.com/book/74373	локальная сеть; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Щука, А.А. Нанoeлектроника : учебное пособие / А.А. Щука ; под редакцией А. С. Сигова. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 345 с.	https://e.lanbook.com/book/84102	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Поленов, Ю.В. Физико-химические основы нанотехнологий : учебник / Ю.В. Поленов, Е.В. Егорова. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 180 с.	https://e.lanbook.com/book/125699	локальная сеть; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Успехи наноинженерии: электроника, материалы, структуры : сборник / под редакцией Дж. Дэвиса, М. Томпсона. — Москва : Техносфера, 2011. — 496 с.	https://e.lanbook.com/book/87742	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных компании Springer Customer Service Center GmbH	http://link.springer.com/ http://www.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук Toshiba Satellite P100-257	1
Практическое занятие	Ноутбук Toshiba Satellite P100-257	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Технический углерод. Производство и применение»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	18.04.01 Химическая технология
Направленность (профиль) образовательной программы:	Химическая технология топлива и газа
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Химические технологии
Форма обучения:	Очная

Курс: 1 **Семестр:** 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 2 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины (РПД). Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый Экзамен
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	
Усвоенные знания					
З.1 знать технологии производства углеродных материалов, физические, физико-химические и химические основы технологических процессов; технологические схемы процессов; основное оборудование процессов.		ТО1		КР1	ТВ
У.1 уметь составлять технологические схемы производства технических углеродных материалов требуемого качества, подбирать необходимое оборудование с учетом внедрения новой техники и технологии производства.				КР2	ПЗ
В.1 владеть навыками обеспечения внедрения новой техники на технологических объектах производства технических углеродных материалов.				КР2	ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.;

- рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1) проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Углеродные материалы. Виды, основные строение и структура, применение», вторая КР – по модулю 2 «Технологические процессы производства углеродных материалов. Общие закономерности, особенности производства и аппаратурное оформление процессов».

Типовые задания первой КР:

1. Классификация типов углеродных материалов.
2. Классификация технического углерода по различным параметрам.
3. Состав и структура нефтяных коксов.

Типовые задания второй КР:

1. Основные технологии получения активных углей, их достоинства и недостатки.
2. Типовые технологические схемы процесса производства нефтяного кокса.
3. Варианты конструкции печей для получения технического углерода.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска является положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Нефтяной кокс. Виды нефтяного кокса, их структура, свойства и применение. Основные методы производства нефтяного кокса.
2. Значение технического углерода в химической, машиностроительной, энергетической и других отраслях промышленности. Классификация и марки технического углерода.
3. Активированные угли, их классификация и области применения. Сырье для производства. Стадии производства активированных углей. Методы активации.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений и приобретенных владений:

1. Рассчитать индекс корреляции углеводородного сырья, оценить его пригодность для получения нефтяного кокса и технического углерода.

2. Рассчитать расход топливного газа для установки производства технического углерода с заданной производительностью.

3. Составить технологическую схему производства нефтяного кокса конкретной марки, подобрать оптимальное сырье.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.