

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института химии
д.х.н., проф. Горючева И.Ю.
"01" 06 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Технологии углеродных материалов

Направление подготовки бакалавриата
18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки бакалавриата
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Светличнова Елена Станиславовна		01.06.2023
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		01.06.2023
Заведующий кафедрой	Кузьмина Рана Ивановна		01.06.2023
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Технология углеродных материалов» является формирование у студентов способности планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. Изучение дисциплины «Технология углеродных материалов» позволит студенту выработать готовность осуществлять технологический процесс получения и использования углеродных материалов в соответствии с регламентом.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Технология углеродных материалов» Б1.В.04 относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» в обязательной части образовательной программы направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология» профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и, изучается студентами в течение 6 семестра.

Обучение по данной дисциплине базируется, главным образом, на знаниях, полученных студентами в процессе изучения курсов «Физика», «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Процессы и аппараты химической технологии», «Охрана окружающей среды в нефтепереработке», «Коллоидная химия», «Инженерная защита химических производств», «Промышленный катализ и технология катализаторов», «Химия нефти и газа», «Хроматографические методы анализа», «Современные технологии и экологический риск». Полученные в результате изучения данной дисциплины знания и навыки необходимы бакалавру для исследования состава и свойств буровых растворов и реагентов в промышленной подготовке нефти для транспортировки по нефтепроводу. Эти знания и умение найдут применение в ходе изучения дисциплин «Коксохимия и химия углерода», «Химическая технология топлива и углеродных материалов», «Технология нефтехимического и органического синтеза».

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p>ПК-2. Способность проводить физические и химические эксперименты, инициировать работы по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, проводить анализ и контроль качества сырья и готовой продукции, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности</p>	<p>ПК-2.1. Планирует и проводит физические и химические эксперименты, проводит обработку их результатов и оценивает погрешности, выдвигает гипотезы и устанавливает границы их применения</p> <p>ПК-2.2. Разрабатывает план и программу проведения самостоятельного научного исследования и технической разработки</p> <p>ПК-2.3. Выбирает и адаптирует методы исследования для выполнения заданной научной и технологической задачи</p> <p>ПК-2.4. Проводит физико-химический анализ сырья и готовой продукции и оценивает полученные результаты с помощью стандартных способов аппроксимации численных характеристик</p>	<p>Знать: - современные разновидности химико-технологических процессов получения углеродных материалов.</p> <p>Уметь: - осуществлять направленное регулирование свойств материалов на основе углерода; -регулировать параметры технологического процесса.</p> <p>Владеть: - современными методами и методиками физико-химического анализа сырья и готовой продукции.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), из них 36 часов лекционных, 36 часов практических работ, 36 часов – самостоятельной работы студентов, форма отчетности – зачет.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)		
				Лекции	практические занятия		СР	Контроль			Всего
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка					
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	
1	История развития технологии углеродных материалов	6	1	2	2		6		10	-	
2	Свойства углерода и структура углеграфитовых материалов	6	2	4	4		10		18	Контроль посещаемости, дискуссия	
3	Виды углеграфитовых материалов.	6	3	4	4	1	8		16	Контроль посещаемости, устный опрос	
4	Сырье, используемое для получения углеграфитовых материалов.	6	4	4	4	1	10		18	Контроль посещаемости, устный опрос	
5	Общая схема производства углеграфитовых материалов	6	5	2	4	2	12		18	Контроль посещаемости, устный опрос	
6	Обжиг углеграфитовых материалов. Графитация.	6	6	4	4	1	8		16	Контроль посещаемости, устный опрос	
7	Углеродные волокна. Углеродные наноматериалы.	6	7	6	4		4		14	Контроль посещаемости, устный опрос	
8	Углеродные композиционные материалы	6	8	4	4	2	4		12	Контроль посещаемости, устный опрос	
9	Углеродные сорбенты – классификация, получение, свойства, применение.	6	9	2	4	1	4		10	Контроль посещаемости, семинар	
10	Углерод-углеродные композиционные материалы	6	10	2	4	1	6		12	Контроль посещаемости, устный опрос	
11	Ресурсосберегающие техно-		11								

	логии углеродных материа- лов									
	Промежуточная аттестация.									Зачет
	Итого: часов за 6 семестр			36	36	3	36		108	

Содержание лекционного курса

1. История развития технологии углеродных материалов.
2. Свойства углерода и структура углеграфитовых материалов. Кристаллическая решетка и свойства графита. Виды дефектов кристаллической решетки. Свойства углеграфитовых материалов. Физические свойства. Механические свойства. Химические свойства.
3. Виды углеграфитовых материалов: электродные изделия; огнеупорные материалы; химически стойкие изделия (конструкционные материалы); электроугольные изделия; антифрикционные изделия; графитированные блоки и детали для атомной энергетики; углеродистые массы и пасты; углеродные волокна и углепластики; углеродные наноматериалы.
4. Сырье, используемое для получения углеграфитовых материалов. Твердые углеродистые материалы: природного (графиты, антрациты) и искусственного (кокс и технический углерод) происхождения. Связующие материалы: каменноугольный и нефтяной пеки, синтетические смолы.
5. Общая схема производства углеграфитовых материалов (предварительное дробление, прокаливание, дробление, грохочение, тонкий помол, смешение, уплотнение массы, прессование, обжиг, графитация, механическая обработка)
6. Обжиг углеграфитовых материалов. Факторы, влияющие на процесс обжига. Оборудование процесса обжига. Материальный и тепловой балансы закрытой обжиговой многокамерной печи. Графитация. Гомогенная и гетерогенная графитация. Влияние различных факторов на процесс графитации. Оборудование графитировочных цехов.
7. Углеродные волокна. Современные тенденции производства углеродных волокон. Получение и свойства углеродных волокон. Углеродные наноматериалы. Углеродные нанотрубки и нановолокна. Фуллерены.
8. Углеродные композиционные материалы. Матрицы для получения композитов на основе углеродных волокон. Препреги-технология, материалы, свойства. Терморасширенный графит.
9. Углеродные сорбенты – классификация, получение, свойства, применение. Получение и свойства активированных углеродных волокон. Современные тенденции получения углеродных сорбентов.
10. Углерод-углеродные композиционные материалы. Проектирования углерод-углеродных композиционных материалов, способы получения для различных целей. Нетканые углеродные материалы для теплозащиты.
11. Ресурсосберегающие технологии углеродных материалов. Современные требования к прекурсорам и технологиям углеродных материалов. Производство углеродных волокон из полиакрилонитрильных прекурсоров. Производство углеродных волокон из лигнина. Производство УВ из полиоксадиазольных полимерных прекурсоров. Производство УВ из гидратцеллюлозных прекурсоров.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При изучении дисциплины «Технология углеродных материалов» реализуются различные виды учебной работы: лекции, консультации, коллоквиумы, практические занятия, контрольные работы, самостоятельные работы.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе деловых игр, разбор конкретных ситуаций. Практические занятия направлены на формирование у обучающихся умения и навыков в области получения и модификации различных углеродных материалов. Формированию профессиональных компетенций выпускников способствует выполнение отдельных экспериментальных работ по научной тематике кафедры.

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при выполнении индивидуальных и групповых работ, подборе оптимальных параметров проведения технологических процессов, определении физико-химических характеристик сырья и целевых продуктов, контроль проводят в виде индивидуальных отчетов, коллоквиумов, разборов конкретных ситуаций, деловых игр.

При изучении дисциплины «Технология углеродных материалов» инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья следует применять следующие адаптивные технологии: использование социально-активных рефлексивных методов обучения для создания комфортного психологического климата в студенческой группе, использование дистанционных технологий при реализации программы, работа по индивидуальному плану (время подготовки к сдаче отчета, а также выполнение и оформление практической работы увеличивать на 0.5 часа).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала, подготовку к практическим работам, выполнение домашних заданий, подготовку к контрольным работам, текущему и итоговому контролю, прохождению тестов. Оценочные средства текущего контроля включают:

- выполнение и оформление практических работ;
- разбор конкретных ситуаций;
- оценку личностных качеств студента (аккуратность, работа у доски, исполнительность, инициативность);
- изучение дополнительной литературы;
- участие в дискуссиях.

Промежуточная аттестация студентов производится в форме зачета.

Учебный материал, вынесенный на самостоятельную работу студентов, для подготовки к семинарам, коллоквиумам, практическим занятиям.

Самостоятельная работа планируется в объеме 36 часов.

Углеродные материалы. Огнеупорные углеродные материалы. Основные свойства химически стойких изделий. Отличия электродных материалов от электроугольных. Эффект самосмазываемости при использовании углеродных материалов в качестве антифрикционных изделий. Функция, выполняемая углеграфитовыми материалами при работе ядерных реакторов. Углеродные массы и пасты.

Сырье для производства углеродных волокон. Характерные особенности стеклоуглерода. Структура нанографитов. Свойства однослойных нанотрубок.

Группы сырьевых материалов для производства углеграфитовой продукции. Роль графита как добавки в твердые углеродистые материалы.

Основные требования, предъявляемые к антрацитам. Марки коксов, используемые в производстве УГМ и основные требования к ним. Структура сажи.

Требования, предъявляемые к связующим материалам. Основные свойства каменноугольной смолы как связующего. Свойства каменноугольного пека, используемого в качестве связующего. Групповой состав каменноугольного пека. Свойства и химический состав мальтенов и асфальтенов. Карбены и карбоиды. их влияние на технологические свойства УГМ. Методы определения пригодности пека в качестве связующего.

Принципиальная схема производства УГМ. Печи. Схемы дробления. Цели прокаливания твердых углеродистых материалов. Выделение летучих веществ в различных температурных интервалах. Увеличение плотности и упорядочивание углеродной структуры на стадии прокаливания. Принципы работы и конструктивные особенности ретортных печей для прокаливания углеродных материалов. Типы вращающихся барабанных печей и принцип их работы. Окончательное дробление и измельчение прокаленных материалов.

Процесса грохочения и виды используемых грохотов.

Технология приготовления электродной массы. Принцип составления рецептур. Роль сырья, гранулометрического состава, выбора связующего и процесса смешивания. Основная цель процесса смешивания и физико-химические принципы, реализуемые в нем. Конструкции смесительных и принцип их действия.

Целью уплотнения масс. Оборудование, применяемое для уплотнения масс. Стадии процесса производства углеграфитовых материалов. Стадии прессования. Условиях прессования в пресс-формах. Прошивное прессование. Цели виброформования. Разновидности прессования. Основная цель процесса обжига спрессованных «зеленых» изделий.

Механизм процесса обжига. Основные факторы, влияющие на процесс обжига. Изменение группового состава связующего в зависимости от вида наполнителя при обжиге. Характер изменения летучих веществ в зависимости от температуры.

Влияние вида наполнителя и гранулометрического состава при обжиге УГМ. Влияние скорости нагрева и конечной температуры обжига на свойства получаемых УГМ. Оборудование процесса обжига. Преимущества и недостатки туннельных печей. Особенности материального и теплового балансов обжиговых печей.

Процесс графитации. Гомогенная и гетерогенная графитация. Основные параметры влияющие на процесс графитации. Влияние газовой среды на процесс графитации. Роль примесей и добавок в графитируемом материале. Степень графитации и межслоевое расстояние, изменение от времени выдержки.

Типы печей для графитации УГМ. Особенность графитации материала в печах А. Ачесона. Конструктивные составляющие печи Ачесона. Печи продольной графитации Дж. Кастнера.

Приборы и методы управления используемые в процессе графитации. Основные статьи материального и теплового балансов графитировочных печей. Порядок расчета.

Примеры экзаменационных вопросов по дисциплине «Технология углеродных материалов»

1. Что собой представляют углеродные материалы? Формы существования углерода. Аллотропия. Виды, структура углеродных материалов.
2. Сравнительный анализ схем получения углеродных волокон из различных прекурсоров. Прекурсоры для углеродных волокон.
3. Процессы карбонизации, графитации. Оборудование. Сравнительный анализ.
4. Классификация углеродных волокон, преимущества по сравнению с другими волокнами, их свойства, стоимость, объемы выпуска, области использования (сравнительный анализ).
5. Углеродные волокна из пеков, свойства, технология получения, отличия от УВ из других прекурсоров (сравнительный анализ).
6. Получение углеродных волокон из ПАН, свойства, отличие от УВ из других прекурсоров (сравнительный анализ).
7. Прогрессивные технологии получения УВ и углеродных волокнистых материалов. Ресурсосберегающие технологии. Новые прекурсоры и новые процессы получения УВ.
8. Изменение структуры и свойства волокон прекурсоров и углеродных волокон при термообработке.

9. Аппаратурное оформление процессов получения УВ и КУМ. Печи карбонизации.
10. Получение углеродных волокнистых материалов из гидратцеллюлозных волокон.
11. Углепластики. Виды. Классификация, способы получения, свойства.
12. Производство УВМ и КМ на их основе в мире. Объемы, цены, области применения.
13. Получение УВ из фенольных смол. Свойства, области применения, особенности процесса.
14. Углерод-углеродные КМ. Получения, свойства, области применения.
15. Особенности изготовления изделий из КМ, наполненных углеродными материалами.
16. Аппаратурное оформление процессов получения УВ и КУМ. Печи графитации.
17. Получение КМ в закрытых формах. Вакуумная инфузия.
18. Где используются огнеупорные материалы? Перечислите основные свойства химически стойких изделий. Чем отличаются электродные материалы от электроугольных?
19. Какими свойствами графита объясняется эффект самосмазываемости при использовании их в качестве антифрикционных изделий?
20. Какую функцию выполняют углеграфитовые материалы при работе ядерных реакторов? Что понимают под углеродными массами и пастами?
21. В чем заключаются характерные особенности стеклоуглерода?
22. Как представить структуру нанографитов? Какими свойствами обладают однослойные нанотрубки?
23. На какие группы подразделяют сырьевые материалы для производства углеграфитовой продукции?
24. В чем заключается роль графита как добавки в твердые углеродистые материалы? Перечислите основные требования, предъявляемые к антрацитам?
25. Какие марки коксов используются в производстве УГМ и каковы основные требования к ним? Что представляет сажа в структурном отношении?
26. Перечислите требования, предъявляемые к связующим материалам.
27. Назовите основные свойства каменноугольной смолы как связующего. Какими свойствами должен обладать каменноугольный пек, используемый в качестве связующего? Что понимают под групповым составом каменноугольного пека?

28. Охарактеризуйте свойства и химический состав мальтенов и асфальтенов. Какое влияние оказывают групповые составляющие карбены и карбониды на технологические свойства УГМ?
29. Какие основные стадии включает принципиальная схема производства УГМ?
30. В чем заключается динамика выделения летучих веществ в различных температурных интервалах?
31. За счет чего происходит увеличение плотности и упорядочивание углеродной структуры на стадии прокаливания? Каковы принцип работы и конструктивные особенности ретортных печей для прокаливания углеродных материалов.
32. Перечислите типы вращающихся барабанных печей и назовите принцип их работы.
33. С какой целью проводят окончательное дробление и измельчение прокаленных материалов? Назовите цель процесса грохочения и виды используемых грохотов.
34. Из каких этапов складывается технология приготовления электродной массы. В чем заключается принцип составления рецептур?
35. Какова роль сырья, гранулометрического состава, выбора связующего и процесса смешивания? Назовите основную цель процесса смешивания и перечислите физико-химические принципы, реализуемые в нем. Какие конструкции смесительных машин используются в настоящее время и принцип их действия
36. С какой целью производится уплотнение масс? Какое оборудование, применяемое для уплотнения масс.
37. На какой стадии процесса производства углеграфитовых материалов осуществляется прессование? Из каких стадий состоит процесс прессования?
38. При каких условиях проводят прессование в пресс-форму? Что такое прошивное прессование?
39. Для каких целей используют виброформование? Какие еще разновидности прессования, кроме виброформования, используют?
40. Какова основная цель процесса обжига спрессованных «зеленых» изделий? Какие основные стадии включает механизм процесса обжига? Какие факторы влияют на процесс обжига?
41. Что понимают под процессом графитации? Чем отличается гомогенная графитация от гетерогенной? Какие основные параметры влияют на процесс графитации?

42. Как влияет газовая среда на процесс графитации? Какую роль играют примеси и внесенные добавки в графитируемый материал? Как изменяется степень графитации и межслоевое расстояние от времени выдержки?
43. Какие типы печей используются для графитации УГМ? Какова особенность графитации материала в печах А. Ачесона? Перечислите конструктивные составляющие печи Ачесона?
44. Что такое короткая электрическая цепь и каково ее назначение в процессе графитации? Какие требования предъявляются к контактным соединениям шин с токоподводящими электродами в печах графитации?
45. Какие приборы и методы управления используются в процессе графитации? Перечислите основные статьи материального и теплового балансов графитировочных печей.
46. Какие основные расчеты проводят для графитировочных печей (порядок расчета)?
47. Получение УВ из полиакрилонитрильных волокон.
48. Получение УВ из гидратцеллюлозы с различными пиролитическими добавками и исследование свойств, полученных УВ.
49. Получение УВМ из целлюлозных производных (древесина, кокосовая шелуха, льняная костра).
50. Получение углепластиков и исследование их физико-механических свойств.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 7.1 -Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Се- местр	Лек- ции	Лабора- торные занятия	Практиче- ские заня- тия	Самостоя- тельная ра- бота	Автоматизи- рованное тес- тирование	Другие виды учебной дея- тельности	Промежуточ- ная аттеста- ция (экзамен)	Итого
7	10	-	20	20	-	10	40	100

Лекции – 10 баллов

- | | |
|---------|--|
| 1 балл | Посещение менее 30% лекционных занятий |
| 2 балл | Посещение 30-50% лекционных занятий |
| 3 балла | Посещение 50-80% лекционных занятий |
| 4 балла | Посещение 80-100% лекционных занятий |

5 -6 баллов	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в <50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений
7-8 баллов	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в >50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений
9-10 баллов	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в >50% дискуссий, опросов. Ответы верные, с доказательствами и объяснениями

Лабораторные работы не предусмотрены

Практические занятия - 20 баллов, оцениваются уровень подготовки к занятиям при проверке теоретических знаний (10 баллов), самостоятельность при выполнении работы (10 баллов), правильность выполнения заданий, расчётов, аккуратное и четкое оформления работы (10 баллов).

Автоматизированное тестирование не предусмотрено

Самостоятельная работа – 20 баллов, оценивается качество выполненных домашних работ (10 баллов), умение применять теорию при выполнении практических задач (10 баллов).

Другие виды учебной деятельности 10 баллов, оценивается качество докладов-рефератов и презентаций к ним.

Промежуточная аттестация (экзамен) 40 баллов, проходит в виде устного опроса (знание основных определений и законов (10 баллов), умение записать механизм процесса, привести примеры основного оборудования (10 баллов), знать параметры процессов, свойства получаемых продуктов, их применяемость, практическая значимость (20 баллов)).

При проведении промежуточной аттестации:

ответ на «отлично» оценивается от 38 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 32 до 37 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 25 до 31 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» от 0 до 24 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 6 семестр по дисциплине «Технология углеродных материалов» составляет 100 баллов.

Таблица 7.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов в зачет.

55 до 100 баллов	зачтено
------------------	---------

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

Солнцев Ю.П. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Ю.П. Солнцев, Б.С. Ермаков, В.Ю. Пирайнен — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2014. — 504 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22545>.— ЭБС «IPRbooks»

Асташкина О. В. Композиционные барьерные материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Асташкина О. В., Лысенко А. А., Кузнецов А. Ю., Перминов Я. О. — СПб.: СПГУТД, 2015. — 104 с. — Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2940

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Microsoft Windows Pro 7 (Номер лицензии: Open License № 46312747 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (70 шт.); Microsoft Windows Vista Business Номер лицензии: № 42226296, от 21.12.2009. (21 шт.);
2. Microsoft Office Standard 2003 SP3 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (2 шт.);
3. Microsoft Office Professional 2003 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07); Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008) (10 шт.).
4. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499
5. Hyper Chem Release 8.0 Professional 2 шт. (Гос. контракт № ИОП 47/08, заключенного 7 июля 2008 г; 4 шт.: Закупка 22 мая 2007 по контракту № 048К/07 на основании распоряжения № 46 от 06.07.07.).
6. Chem Bio 3D Ultra 11.0 with МОРАС (№ CER5030661, № ИОП 47/08 от 07.07.2008).
7. КОМПАС-3DLTV 12 SP1 для домашнего использования и учебных целей (Freeware) (10 шт.).
8. Mathcad 14.0 M020 (14.0.2.5 [802141434]).

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР).
<http://fcior.edu.ru/>

Интернет библиотека электронных книг Elibrus —
<http://elibrus.lgb.ru/psi.shtml>

Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/inorg.html> - учебные материалы по неорганической химии сайта химического факультета МГУ

<http://www.ebdb.ru/> - поиск книг по электронным библиотекам

<http://invest.nauka.kz/reviews/polimeripdf.pdf>

<http://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/2004/2/29608.pdf>

<http://www.sibran.ru/upload/iblock/45f/45f117bc9243805093ac7c90ffabc0bd.pdf>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные лаборатории № 10, 11 (для проведения лабораторных и практических занятий), нижняя аудитория 1-го учебного корпуса (для проведения лекционных занятий), Хроматограф Кристалл-5000; Рефрактометр УРФ-22; Печи электрические-1000; Часы газовые ГСБ-400 кл; Установка пиролиза; Установка дегидрирования углеводородов; Весы ВЛА-200; Весы АДВ-200; Насос Камовского; Шкаф сушильный SНОЛ 58/350; Шкаф сушильный КПС-1-2D; Колориметр фотоэлектрический однолучевой КФО; Колориметр КФ-77; ЛАТР; Реактор проточного типа; Реактор смешения; Реометры; миллиамперметры; Термопары; Аквадистиллятор ДЭ10; Гидравлический пресс; Электрохолодильник; Компьютер; Баллоны с CO₂ и N₂; Вытяжной шкаф.

Обучающиеся инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья будут обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Место осуществления практической подготовки: учебные лаборатории Института химии.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.01 «Химическая технология» и профилю подготовки бакалавров «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Автор

Доцент кафедры нефтехимии и техногенной безопасности Института химии СГУ, к.т.н.

Е.С. Свешникова.

Программа одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от «01» июня 2023 года, протокол № 15.