

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТ-
ВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института химии
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"17" 09 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Химия нефти и газа

Направление подготовки бакалавриата
18.03.01 Химическая технология

Профили подготовки бакалавриата
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Бурухина Оксана Владиславовна		17.09.2021
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		17.09.2021
Заведующий кафедрой	Кузьмина Раиса Ивановна		17.09.2021
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Химия нефти и газа» – формирование у студентов компетенций, связанных с освоением основных методов анализа нефти и нефтепродуктов, изучением состава нефти и газа, что необходимо для более глубокого понимания теоретических основ процессов нефтехимической промышленности.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Химия нефти и газа» (Б1.В.08) относится к части, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 18.03.01 Химическая технология профилю «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и осваивается в 5 семестре.

Обучение по данной дисциплине базируется главным образом на знаниях, полученных студентами в процессе изучения курсов «Органическая химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Математика», «Физика», «Общая химическая технология»

Студенты должны иметь базовые знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах органических соединений. Они должны обладать экспериментальными навыками, необходимыми для проведения лабораторного анализа нефти и продуктов нефтепереработки.

Полученные в результате изучения данной дисциплины знания найдут применение в ходе изучения дисциплин:

- «Химическая технология топлива и углеродных материалов»;
- «Химические реагенты в бурении и нефтеподготовке»;
- «Технология нефтехимического и органического синтеза».

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
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>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>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • физико-химические свойства основных классов углеводородов и гетероатомных соединений нефти; • методы разделения многокомпонентных нефтяных систем; • методы исследования нефти и нефтепродуктов; • государственные и отраслевые нормативные документы, регламентирующие порядок, средства и условия выполнения стандартных испытаний

	<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>нефти и газа;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять элементный и групповой состав нефтей; • проводить стандартные эксперименты, обрабатывать, интерпретировать результаты и делать выводы; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками выполнения основных стандартных испытаний по определению физико-химических свойств нефти .
--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Химия нефти и газа»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 часов.

№ 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)
				лек ции	Лаб. раб.		СР	Контроль	Всего	
					Общая трудоем- кость	Из них – практиче- ская под- готовка				
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
1	Общие сведения о нефтяной и газовой промышленности. Роль нефти и газа в современном мире.	5	1	2	2		6		10	Техника безопасности. Устный отчет.
2	Классификация нефтей. Происхождение нефти и газа.	5	2-3	2	2		6		10	Отчет по теме лабораторной работы.
3	Образование основных классов углеводородов нефти и газа.	5	4-5	6	4		12		22	Отчет по теме лабораторной работы.
4	Основные физико-химические и товарно-технические свойства нефти и нефтепродуктов, и методы их определения	5	6-8	6	10	9	12		28	Отчет по теме лабораторной работы.
5	Химический состав нефти	5	9-12	8	6		12		26	Отчет по теме лабораторной работы.
6	Термические и термодинамические превращения углеводород нефти.	5	13-15	6	6		12		24	Отчет по теме лабораторной работы.
7	Состав и эксплуатационные свойства основных видов топлив и масел. Классификация нефтепродуктов.	5	16-18	6	6		12		24	Отчет по теме лабораторной работы. Защита рефератов
	Промежуточная аттестация	5						36	36	Экзамен
	Итого: часов за 5 семестр	5		36	36	9	72	36	180	

Содержание дисциплины

1. Цели и задачи курса. Общие сведения о нефтяной и газовой промышленности. Роль нефти и газа в современном мире. Основные нефтегазоносные районы. Добыча нефти и газа. Этапы развития нефтеперерабатывающей промышленности. Структура топливно-энергетического комплекса и топливно-энергетические ресурсы в России.

2. Общие свойства и классификация нефтей. Фракционный и химический состав нефти. Химические классификации. Технологическая классификация.

3. Происхождение нефти. Гипотезы минерального происхождения нефти. Развитие представлений об органическом происхождении нефти. Современные представления об образовании нефти и газа. Образование основных классов углеводородов нефти.

4. Свойства нефти и нефтепродуктов. Плотность. Молекулярная масса. Вязкость. Температура кристаллизации, помутнения, застывания. Температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения. Оптические свойства.

5. Методы разделения компонентов нефти и газа. Классификация методов разделения. Перегонка и ректификация. Азеотропная и экстрактивная ректификация, абсорбция, экстракция. Кристаллизация и экстрактивная кристаллизация. Образование аддуктов и комплексов. Адсорбция. Термическая диффузия. Диффузия через мембраны. Химические методы. Методы разделения отдельных групп углеводородов.

6. Исследование состава нефти и нефтепродуктов. Определение элементного состава. Определение группового состава. Хроматографические методы. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектрометрия. Ультрафиолетовая и инфракрасная спектрометрия. Ядерный магнитный и электронный парамагнитный резонанс.

7. Алканы нефти. Содержание алканов в нефтях и попутных газах. Газообразные алканы. Жидкие алканы. Твердые алканы. Свойства алканов.

8. Циклоалканы нефти. Содержание циклоалканов в нефтях. Моноциклические циклоалканы. Полициклические циклоалканы. Нафтеновые углеводороды высококипящих фракций. Свойства циклоалканов. Методы получения циклоалканов.

9. Арены и гибридные углеводороды нефти. Типы аренов и содержание в нефтях и нефтяных фракциях. Свойство аренов. Использование аренов в нефтяном синтезе.

10. Непредельные углеводороды, образующиеся при переработке нефти. Общие сведения. Свойства. Использование в нефтехимическом синтезе.

11. Гетероатомные соединения и минеральные компоненты нефти. Общие сведения. Кислородсодержащие соединения. Серосодержащие соединения. Азотсодержащие соединения. Смолисто-асфальтеновые вещества. Минеральные компоненты нефти.

12. Термические превращения углеводородов нефти. Теоретические ос-

новы термических процессов. Термические превращения углеводородов в газовой фазе. Пиролиз. Особенности термических реакций в жидкой фазе. Образование нефтяного кокса. Промышленные процессы термической переработки нефти и нефтяных фракций.

13. Термокаталитические превращения углеводородов нефти и газа. Общие сведения о катализе и катализаторах. Каталитический крекинг. Каталитический риформинг. Синтез высокооктановых компонентов топлив.

14. Гетерогенизационные процессы в нефтепереработке. Классификация процессов. Гидроочистка. Гидрокрекинг.

15. Очистка нефтепродуктов. Назначение и методы очистки. Химические методы очистки. Адсорбционные и каталитические методы очистки. Методы очистки с применением избирательных растворителей.

16. Состав и эксплуатационные свойства основных видов топлив и масел. Классификация нефтепродуктов. Бензины. Топлива для воздушно-реактивных двигателей. Дизельные топлива. Газотурбинное, печное и котельное топливо. Сжиженные газы. Нефтяные масла. Парафины и церизины. Ароматические углеводороды. Нефтяные битумы. Нефтяной кокс. Пластичные смазки. Присадки к топливам и маслам. Нефтепродукты различного назначения.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- весь курс лекций сопровождается мультимедийными материалами (в программе Power Point);
- подготовлен современный учебный материал для лабораторных занятий;
- лабораторные занятия осуществляются с обсуждением различных вариантов решения поставленных задач, по тематике лабораторные работы соответствуют темам самостоятельной работы;

Интерактивные методы обучения включают:

- учебных дискуссий по темам лекционного материала и вопросов самостоятельной работы студентов.

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при выполнении индивидуальных и групповых лабораторных 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 освоении данного курса инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предоставляется больше времени на выполнение

работ, дополнительное оборудование, в частности ноутбук, который находится в распоряжении Института специально для работы на нем только инвалидов. Также данной категории студентов дается больше времени на ответы.

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

Самостоятельная работа студентов, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе материалов из литературных и электронных источников информации по заданной теме,
- выполнении домашних заданий,
- оформлении отчетов по практическим работам,
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- изучении теоретического материала к практическим занятиям,
- изучении методических указаний и подготовке к выполнению практических работ,
- подготовке к экзамену.

Примерный перечень лабораторных работ

1. Определение плотности нефтепродуктов (пикнометром и ареометром)
2. Определение температуры вспышки в аппаратах закрытого типа. Определение температуры вспышки и воспламенения в открытом тигле.
3. Определение кинематической, динамической и условной вязкости нефтепродуктов
4. Определение содержания воды в нефтепродуктах (количественно и качественно)
5. Фракционный состав нефти
6. Определение сернистых соединений в нефтепродуктах
7. Определение октанового числа бензина октанометром

Примерные темы рефератов по курсу "Химия нефти и газа"

1. Виды нефтяных битумов. Способы их получения. Характеристики и состав: дорожного, строительного, кровельного и аккумуляторного битумов.

2. Способы получения и составы асфальтобетонов.
3. Ракетное топливо и проблемы его использования.
4. Виды битумных эмульсий, их физико-химические и эксплуатационные показатели.
5. Наполнители и добавки используемые в битумных эмульсиях.
6. Тампонажные составы на основе нефти.
7. Составы для глушения нефтяных добывающих скважин при ремонтных работах.
8. Тампонажные составы на основе водонефтяных эмульсиях.
9. Битумные мастики. Состав, применение и их физико-химические и эксплуатационные показатели.
10. Виды скважин (добывающие и нагнетающие). Особенности их работы.
11. Поиск и разведка нефтяных и газовых месторождений. Бурение скважин.
12. Транспортировка нефти и газа.
13. Углеводороды как нефтехимическое сырьё.
14. Углеводородное сырьё для микробиологического синтеза.
15. Разделение природных и нефтяных газов на ГПЗ, НПЗ, НХЗ.
16. Очистка газов от механических примесей.
17. Осушка газов.
18. Антрацит как самый эффективный твердый природный энергоноситель.
19. Технология производства нефтяных масел.
20. Коксование тяжелого нефтяного сырья.
21. Котельные, моторные, промышленные топлива.
22. Проблемы переработки твердых нефтесодержащих шламов в топливо.
23. Дизельное топливо. Методы определения цетанового числа.
24. Авиационное топливо.

Примерный вопросы для самостоятельной работы студентов:

1. Что такое плотность жидкости?
2. В каких единицах измеряется плотность нефти?
3. Что такое удельный вес вещества?
4. Как найти объем жидкости, плотность и масса которой известны?
5. Что такое относительная плотность нефти?
6. Как связаны между собой плотность и удельный вес жидкости?
7. Какие требования предъявляет ГОСТ 3900-85 к температуре определения плотности нефти в лабораторных условиях?
8. Как связаны динамическая и кинематическая вязкости жидкости?

9. Как зависит вязкость углеводорода от его молекулярной массы?
10. Как изменяется коэффициент крутизны вискограммы в зависимости от температуры?
11. Какая вязкость определяется экспериментально с помощью вискозиметров Оствальда или Пинкевича?
12. Какой класс углеводородов нефти имеет наименьшую вязкость?
13. Какие нафтеновые углеводороды будут иметь более высокую вязкость при прочих равных условиях?
14. Формулы неуглеводородных и углеводородных компонентов нефтяного газа.
15. Смолы и асфальтены: содержание в нефти, методы выделения, физические свойства, элементный состав, химическое строение, растворимость, значение.
16. Порфирины: строение, свойства, значение.
17. Химические классификации нефти.
18. Технологическая классификация нефти (ГОСТ Р 51858-2002).
19. Нефть как дисперсная система. Причины и источники образования частиц в нефти.
20. Классификации нефтяных дисперсных систем по дисперсности, по агрегатному состоянию фаз.
21. Нефть как дисперсная система: понятия агрегативной и кинетической устойчивости.
22. Ассоциаты парафиновых углеводородов: условия образования, строение, свойства, факторы.
23. Реологические свойства нефти.

Проверка вышеперечисленных вопросов для самостоятельной работы осуществляется при контроле выполнения лабораторных работ и устных отчетах на коллоквиумах.

Итоговой формой отчетности является экзамен.

Примеры экзаменационных вопросов по курсу «Химия нефти и газа»:

1. Алканы нефти. Свойства алканов. Основные реакции алканов.
2. Свойства нефти и нефтепродуктов: температура кристаллизации, помутнения, застывания.
3. Циклоалканы нефти. Содержание циклоалканов в нефтях. Свойства циклоалканов.

4. Гетероатомные соединения нефти. Химические свойства пиррола.
5. Ароматические углеводороды нефти. Свойства аренов.
6. Гипотезы минерального происхождения нефти.
7. Развитие представлений об органическом происхождении нефти.
8. Ароматические углеводороды нефти. Физические и химические свойства.
9. Образование основных классов углеводородов нефти.
10. Гетероатомные соединения нефти. Состав и химические свойства серо-содержащих соединений.
11. Свойства нефти и нефтепродуктов.
12. Алканы нефти. Физические и химические свойства.
13. Гипотезы минерального происхождения нефти.
14. Циклоалканы нефти. Содержание циклоалканов в нефтях. Свойства циклоалканов.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности (конт. раб.)	Промежуточная аттестация (экзамен)	Итого
5	5	35	0			20	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента по дисциплине

Лекции – 5 баллов, оцениваются посещаемость (2 баллов), активность в аудитории (3 баллов)

Диапазон баллов	Критерий оценки за посещение лекций
0 баллов	Посещение менее 30% лекционных занятий
1 балл	Посещение 30-80% лекционных занятий
2 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий
3 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в <50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений
4 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в >50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений
5 баллов	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в >50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений

Лабораторные занятия

Количество баллов за 1 работу (всего предусмотрено 7 работ)	Критерий оценки
0	Работа не выполнена
1	Сдан только теоретический отчет, работа не выполнена / Работа выполнена, оформлена. Теоретический отчет не сдан. Работа сдана не в срок
2	Сдан теоретический отчет, студент не отвечает на дополнительные вопросы по теме работы. работа выполнена с помощью инженера или преподавателя, работа оформлена. Сдана в срок. / Сдан теоретический отчет, студент дает неполные ответы на вопросы по теме работы, работа выполнена самостоятельно и оформлена, верно решены и аккуратно оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи. Работа сдана не в срок
3	Сдан теоретический отчет, студент дает неполные ответы на вопросы по теме работы, работа выполнена самостоятельно и оформлена, верно решены и аккуратно оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи. Сдана в срок
5	Сдан теоретический отчет, работа выполнена самостоятельно, аккуратно оформлена и сдана в срок, студентом даны исчерпывающие ответы на все вопросы, верно решены и аккуратно оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи

Другие виды учебной деятельности (реферат, мультимедийная презентация, защита реферата) – оцениваются качество представляемого материала (максимум 5 баллов), презентация материала (максимум 5 баллов), владение представляемым материалом (максимум 5 баллов) и оформление (максимально 5 баллов).

Диапазон баллов	Критерий оценки оформления
0 баллов	Оформление содержит больше 3 ошибок в оформлении по стандарту СГУ
1 балл	Оформление содержит 3 ошибки в оформлении по стандарту СГУ
2 балла	Оформление содержит 2 ошибки в оформлении по стандарту СГУ
3 балла	Оформление содержит 1 серьезную ошибку или 3 недочета в оформлении по стандарту СГУ

4 балла	Оформление содержит 1-2 недочета в оформлении по стандарту СГУ
5 баллов	Оформлено верно по стандарту СГУ
Диапазон баллов	Критерий оценки представляемого материала
0 баллов	Материал представлен не по теме задания / Сдано не в срок
1 балл	Менее 50% материала соответствует заданию
2 балла	Заданию соответствует 50-70% представленного материала, вопрос раскрыт не полностью
3 балла	>70% материала соответствует заданию, вопрос раскрыт полностью
5 баллов	Материал полностью соответствует теме задания, вопрос раскрыт полностью, материал детально проработан, даны исчерпывающие пояснения к материалу
Диапазон баллов	Критерий оценки презентации материала
0 баллов	Материал представлен не по теме задания / Сдано не в срок
1 балл	Менее 50% материала соответствует заданию, презентация не информативна
2 балла	Заданию соответствует 50-70% представленного материала, презентация не информативна
3 балла	>70% материала соответствует заданию, слайды презентации полностью отражают суть раскрываемого вопроса, оформлено неаккуратно
5 баллов	Материал полностью соответствует теме задания, вопрос раскрыт полностью, слайды презентации детально проработаны, полностью отражают суть раскрываемого вопроса, наглядны, презентация аккуратно оформлена
Диапазон баллов	Критерий оценки владения представляемым материалом
0 баллов	Не отвечает на дополнительные вопросы по теме задания / Сдано не в срок
2 балла	Правильно отвечает на <60% дополнительных вопросов по теме задания, дает краткие ответы, без объяснения
3 балла	Правильно отвечает на 60-90% дополнительных вопросов по теме задания, дает краткие ответы, без объяснения
4 балла	Правильно отвечает на 60-90% дополнительных вопросов по теме задания, ответы обосновывает
5 балла	Правильно отвечает на 90-100%, дает исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы по теме задания

Промежуточная аттестация (экзамен) 40 баллов, проходит на усмотрения преподавателя либо в виде устного опроса (знание основных определений и законов (10 баллов), умение записать механизм и итоговые уравнения реакций(10 баллов), анализ основных уравнений, пределы их применимости,

практическая значимость (20 баллов)), либо в виде теста (20 баллов) и устного опроса (20 баллов: в билете 2 вопроса максимально по 10 баллов каждый).

Баллы	0 баллов	1-3 баллов	4-6 баллов	7-10 баллов	11-12 баллов	13-14 баллов	15-16 баллов	17-18 баллов	19-20 баллов
Тестирование	нет ни одного правильного ответа	количество правильных ответов до 20%.	количество правильных ответов от 21 до 45%.	количество правильных ответов от 46 до 60%.	количество правильных ответов от 61 до 69%.	количество правильных ответов от 70 до 79%.	количество правильных ответов от 80 до 86%.	количество правильных ответов от 87 до 92%.	количество правильных ответов больше 92%.

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 5 семестр по дисциплине «**Химия нефти и газа**» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «**Химия нефти и газа**» в оценку (экзамен):

<u>85-100</u> баллов	«отлично»
<u>70-84</u> баллов	«хорошо»
<u>55- 69</u> баллов	«удовлетворительно»
<u>0- 54</u> баллов	«не удовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) литература:

1. Рябов, В Д. Химия нефти и газа: учебное пособие / В Д Рябов. - Москва : Издательский Дом "ФОРУМ", 2017. - 335 с. ISBN 9785819905678 : ~Б. ц. (ЭБС "ИНФРА-М") ✓
2. Борисевич, Ю. П. Стратегия использования природного и попутного газа в Российской Федерации : Учебное пособие / Ю. П. Борисевич, В. В. Коновалов, Г. З. Краснова. - Стратегия использования природного и попутного газа в Российской Федерации, 2025-02-06. - Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. - 324 с. - ISBN 978-5-7964-1978-6 : ~Б. ц. - Текст : непосредственный. (ЭБС IPR BOOKS) ✓
3. Линник Ю.Н. Прошлое, настоящее и будущее технологий добычи и переработки углеводородов: Монография / Линник Ю.Н., Линник В.Ю. - Москва : Русайнс, 2019. - 349 с. (ЭБС "BOOK.RU") ✓
4. Тупикин, Е. И. Общая нефтехимия : учебное пособие / Е. И. Тупикин. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 320 с. -- ISBN 978-5-8114-4105-1 : ~Б. ц. (ЭБС «Лань») ✓

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

- Нефтегазовое дело, <http://www.ngdelo.ru/>
- Нефтяное хозяйство, <http://www.oil-industry.ru/>
- Бурение и нефть, <http://www.burneft.ru>
- http://www.fptl.ru/Chem_block.html – учебно-методические материалы по химии;
- <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> - учебники, практикумы и справочники по химии.
- Известия Томского политехнического университета, [http://www.tpu.ru/J.of Petroleum Science&Engineering](http://www.tpu.ru/J.of_Petroleum_Science&Engineering)
- КОМПАС-3DLTV12 SP1 Для домашнего использования и учебных целей (Freeware) (10 шт.).
- Promethean ActivInspire Professional Издания: Promethean ltd. № 1.8.64868, 2.8.66693 Накладная от 19.09.2016.
- Microsoft Windows XP Professional SP3 AL
- Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008)

- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License № лицензии 0B00160530091836187178.
- HyperChemRelease 8.0 Professional (Гос. контракт № ИОП 47/08, заключенного 7 июля 2008г; 4 шт.: Закупка 22 мая 2007 по контракту № 048К/07 на основании распоряжения № 46 от 06.07.07.)
- ChemBio3DUltra 11.0 withMOPAC (№ CER5030661, № ИОП 47/08 от 07.07.2008)
- Mathcad 14.0 M020 (14.0.2.5 [802141434])

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 SNOЛ 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 магистров «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Автор

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

Бурухина О.В.

Программа одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от « 17 » сентября 2021 года, протокол № 2 .