Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.3 Нефтехимический синтез»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
04.03.01 Химия
(код и наименование направления подготовки)

Нефтехимия
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.3 Нефтехимический синтез*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии
наименование кафедры

протокол № 6 от "9" 02 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра химии — Е.В. Сальникова
наименование кафедры — *подпись* — *расшифровка подписи*

Исполнители:
доцент — Е.А. Кунавина
должность — *подпись* — *расшифровка подписи*

должность — *подпись* — *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
04.03.01 Химия — Е.В. Сальникова
код наименование — *личная подпись* — *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись — *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
А.Н. Сизенцов
личная подпись — *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Кунавина Е.А., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины: обеспечить полное усвоение теоретических основ нефтехимического синтеза; сформировать навыки выполнения лабораторных работ по синтезу и исследованию физико-химических свойств органических соединений.

Задачи:

1) изучить химический состав нефти, химизм процессов нефтепереработки, катализаторы и оптимальные условия процессов, пути использования составных компонентов нефти, получаемые продукты, основные аппараты и оборудование нефтеперерабатывающих заводов;

2) сформировать умения обосновывать оптимальные варианты осуществления нефтехимического процесса с учетом выхода продуктов реакции, экономических и экологических факторов; прогнозировать направления протекания химических превращений; критически сопоставлять и анализировать существующие и перспективные технологии крупнотоннажного синтеза органических и нефтехимических продуктов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.18 Органическая химия*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК*-1-В-1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР ПК*-1-В-3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР ПК*-1-В-4 Готовит объекты исследования	**Знать:** экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения научно-практических задач, связанных с выполнением эксперимента и обработкой результатов; основные области использования современной аппаратуры при проведении научных исследований; принцип работы современной аппаратуры при проведении научных исследований для решения поставленных задач НИР **Уметь:** планировать этапы работы, разумно выбирать материальные ресурсы из имеющихся, необходимые для выполнения эксперимента; методически грамотно осуществлять органические синтезы с учетом особенностей физико-химических свойств исходных реагентов; работать на современной аппаратуре по стандартным методикам анализа; уметь

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		адаптировать стандартные методики для проведения научных исследований; уметь готовить объекты исследований; проводить наблюдения и измерения, составлять их описание, формулировать выводы и интерпретировать результаты; пользоваться научной литературой и современным программным обеспечением для правильной интерпретации результатов эксперимента. **Владеть:** техникой выполнения эксперимента; навыками сборки основных приборов для получения органических веществ; навыками обращения с приборами для осуществления химического анализа; навыками составления описаний научных исследований и формулировкой выводов; знаниями о результатах подобных исследований из научной литературы.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**84,25**	**84,25**
Лекции (Л)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	50	50
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к промежуточному контролю;* *- подготовка к рубежному контролю*	**59,75**	**59,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие сведения о химической переработке нефти. Состав нефти	12	2		2	8
2	Алканы и циклоалканы нефти	20	4		8	8
3	Ароматические углеводороды (арены) нефти и углеводороды смешанного строения	34	6		20	8
4	Ненасыщенные углеводороды нефти и продуктов ее переработки	46	6		2	8
5	Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти	32	6		18	8
6	Термические превращения углеводородов нефти	14	4		-	10
7	Каталитические превращения углеводородов нефти	16	6		-	10
	Итого:	144	34		50	60
	Всего:	144	34		50	60

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Общие сведения о нефтяной промышленности

Этапы развития нефтеперерабатывающей промышленности. Роль нефтехимического синтеза в современном мире. Фракционный и химический состав нефти. Химические и технологические классификации нефтей. Происхождение нефти.

2 Алканы и циклоалканы нефти

Содержание алканов и циклоалканов (нафтенов) в нефтях. Физико-химические свойства. Газообразные, жидкие, твердые алканы нефтей. Использование алканов в нефтехимическом синтезе. Реакции окисления алканов. Каталитическое и некаталитическое окисление. Цепной механизм окисления. Важнейшие промышленные процессы окисления алканов: получение формальдегида и метилового спирта из метана; уксусной кислоты из этана и бутана; высших жирных спиртов и кислот. Реакции галогенирования. Сульфирование и сульфохлорирование. Механизм реакций. Нитрование. Парофазное и жидкофазное нитрование алканов. Нитроалканы как растворители и компоненты топлив. Изомеризация углеводородов на примере бутана, пентана, пяти- и шестичленных циклоалканов. Катализаторы и механизм реакций. Синтез высокооктановых компонентов топлив (изооктана, неогексана, триптана).

Циклогексан – сырье для синтеза капролактама. Получение циклогексанола, циклогексанона и адипиновой кислоты. Синтез капролактама на основе углеводородов других классов.

3 Ароматические углеводороды (арены) нефти и углеводороды смешанного строения

Типы аренов и содержание их в нефтях. Физико-химические свойства. Использование аренов в нефтехимическом синтезе. Бензол и основные пути его использования. Способы увеличения ресурсов бензола: термическое и каталитическое деалкилирование его гомологов. Механизм реакции и катализаторы для ее проведения. Толуол – высокооктановая добавка к топливу и сырье для органического синтеза (в плане перспективы замены бензола и *п*-ксилола как исходных в синтезе фенола, капролактама, терефталевой кислоты). Ксилолы. Ресурсы и пути их увеличения. Изомеризация и разделение изомеров. Окисление ксилолов, катализаторы, механизм их действия. Фталевые кислоты и их значение в производстве волокон и смол. Пластификаторы. Кумол: синтез и

окисление. Алкилирование ароматических углеводородов с использованием алкенов, спиртов и галоидных алкилов. Катализаторы и механизм.

4 Ненасыщенные углеводороды нефти и продуктов ее переработки

Алкены и алкадиены как продукты термической и каталитической переработки нефтяных фракций. Физико-химические свойства. Использование непредельных углеводородов в нефтехимическом синтезе. Газообразные олефины: методы выделения и тонкой очистки. Динамика производства, потребления и пути использования этилена, пропилена, бутилен и изобутилена. Значение алкенов и алкадиенов для расширения сырьевой базы мономеров. Сополимеризация олефинов с другими мономерами, новые перспективные полимерные материалы на основе сополимеров алкенов. Синтез олигомеров и полимеров на основе изобутилена. Реакции окисления алкенов. Окислительный аммонолиз – основной метод синтеза акрилонитрила. Другие способы получения акрилонитрила, перспективы развития и применения. Гидратация оксида этилена. Этиленгликоль. Новые пути синтеза этиленгликоля. Оксид пропилена, синтез и применение. Аллиловый спирт, глицерин. Окисления этилена в ацетальдегид (Вакер-процесс) и уксусную кислоту. Синтез акролеина на основе пропилена. Получение метакриловой кислоты из изобутилена. Эфиры акриловой и метакриловой кислот. Синтез полимеров на их основе. Получение малеинового ангидрида окислением бутена-2. Гидрирование алкенов. Гидратация алкенов в присутствии протонных кислот. Парофазная каталитическая гидратация. Синтез бутиловых спиртов. Окислительная гидратация. Прямой синтез ацетона из пропилена и воды. Синтез высших спиртов (процесс Циглера). Реакции алкенов с галогенами и галогеноводородами. Окислительное и заместительное хлорирование. Хлористый винил. Дихлорэтан: практически значимые методы получения и синтезы на его основе. Присоединение галогеноводородов и хлорноватистой кислоты к алкенам. Применение хлоргидринов для синтеза оксидов алкенов. Бутадиен-1,3 (дивинил). Выделение из продуктов переработки нефти. Циклодимеризация и циклоолигомеризация дивинила. Пути использования олигомеров. Синтезы на базе бутадиена. Изопрен. Промышленные способы получения из пропилена, изобутилена и 2-метилбутана. Высшие диеновые углеводороды: синтез и применение.

5 Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти

Кислород-, серо- и азотсодержащие соединения нефти.

Кислородсодержащие соединения нефти. Нафтеновые кислоты и фенолы. Классификация нефти и продуктов переработки твердых горючих ископаемых по содержанию серы и типу серосодержащих органических соединений. Методы обессеривания углеводородсодержащего сырья. Катализаторы этих процессов и механизм их действия. Выделение органических соединений серы из нефти. Синтез индивидуальных серосодержащих органических соединений на базе нефтяного сырья. Азотсодержащие соединения, входящие в состав нефти. Методы выделения и пути использования. Смолисто-асфальтеновые вещества (нейтральные смолы, асфальтены, асфальтогеновые кислоты).

6 Термические превращения углеводородов нефти

Термический крекинг. Коксование. Пиролиз. Химизм и механизм термических превращений углеводородов и других компонентов нефти. Сырье для пиролиза. Этилен, пропилен, бутилен, дивинил, циклопентадиен и другие непредельные углеводороды как продукты пиролиза. Возрастающая роль пиролиза в производстве ароматических углеводородов. Расширение сырьевой базы пиролиза. Пиролиз сырой нефти. Гидропиролиз. Синтез-газ. Основные способы его получения. Реакция Фишера-Тропша как способ получения синтетического бензина и ее механизм. Реакция гидроформилирования. Высокотемпературный крекинг метана и других углеводородов для производства ацетилена. Механизм синтеза ацетилена. Способы выделения ацетилена и методы очистки.

7 Каталитические превращения углеводородов нефти

Каталитический крекинг. Гидрокрекинг. Гидроочистка. Каталитический риформинг. Алкилирование. Изомеризация. Химизм и механизм каталитических превращений углеводородов и других компонентов нефти. Основные продукты каталитического крекинга. Катализаторы крекинга: аморфные алюмосиликаты, цеолиты и др. Преимущества каталитического крекинга перед термическим. Гидрокрекинг и гидроочистка. Каталитический риформинг, его значение в производстве ароматических углеводородов. Реакции риформинга: дегидрогенизация, изомеризация, дегидроциклизация. Дигидроконденсация. Бифункциональные катализаторы.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1, 4-6	Углеводороды нефти. Методы их получения и химические свойства	6
2	7	Определение минеральных кислот и щелочей в жидких нефтепродуктах	4
3	4	Выделение насыщенных углеводородов нормального строения методом экстрактивной кристаллизации с мочевиной	6
4	5	Очистка керосиновой фракции от ароматических углеводородов адсорбцией на адсорбционной колонке	6
5	5	Получение изопропилбензола алкилированием бензола изопропилхлоридом	6
6	7	Гетероатомные соединения нефти и нефтепродуктов	4
7	5, 7	Получение о-бензоилбензойной кислоты из фталевого ангидрида и бензола	6
8	5, 7	Получение 2-(4-толуоил)бензойной кислоты из фталевого ангидрида и толуола	6
9	5, 7	Получение 4-метилацетофенона (метил-п-толилкетона) из толуола и хлористого ацетила	6
		Итого:	50

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Власов, В. Г. Физико-химические свойства нефтей и нефтепродуктов : учебное пособие : [16+] / В. Г. Власов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 216 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617844. ISBN 978-5-9729-0620-8.

2. Кунавина, Е. А. Анализ нефти и нефтепродуктов [Текст] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и направлению подготовки 04.03.01 Химия / Е. А. Кунавина, Т. Р. Кочулева; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2018. - 173 с. - ISBN 978-5-7410-2156-9.

3. Лебедев, Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза [Текст] : учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов / Н. Н. Лебедев.- 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Альянс, 2016. - 592 с. : ил. - Библиогр.: с. 572. - Предм. указ.: с. 573-589. - ISBN 978-5-91872-035-6.

5.2 Дополнительная литература

1. Магарил Р. З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / Р. З. Магарил . - Москва : Книжный дом, 2008. – 280 с. : табл., ил.. - Библиогр.: с. 274-277. - ISBN 978-5-98227-371-0.

2. Тимофеев В. С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов .- 2-е изд., перераб. - М. : Высш. шк., 2003. - 536 с. : ил. - ISBN 5-06-004267-7.

3. Лебедев, Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза [Текст] : учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов / Н. Н. Лебедев.- 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Альянс, 2016. - 592 с. - ISBN 978-5-91872-035-6.

4. Леффлер У. Л.Переработка нефти = PetroleumRefining [Текст] : для использования в учебном процессе со студентами высших учебных заведений, обучающимися по химико-

технологическим специальностям / У. Л. Леффлер; [пер. с англ. З. П. Свитанько].- [2-е изд., пересмотр.]. - Москва : Олимп-Бизнес, 2014. - 224 с.

5.3 Периодические издания

1. Журнал аналитической химии : журнал. - М. :Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016
2. Журнал физической химии. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018
3. Химия и жизнь - XXI век : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2015.

5.4 Интернет-ресурсы

1. Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия) - http://www.iqlib.ru/ .
2. Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторамиСПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/.
3. http://www.msu.ru Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова
4. http://www.edu.ru/ Федеральный портал «Российское образование»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий используются учебные аудиториикафедры химии. Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория, оснащенная оборудованием (холодильники, дефлегматоры, ректификационные колонки, хлоркальциевые трубки, кристаллизаторы, эксикаторы, штативы, ареометры) и приборами (нагревательные приборы, термометры, водяные и масляные бани, прибор Жукова, пикнометр, рефрактометр, прибор для фракционной разгонки при атмосферном давлении, прибор для вакуумной перегонки, прибор для перегонки с водяным паром, pH-метры, прибор для определения температуры застывания нефтепродуктов, прибор для определения температуры вспышки нефтепродуктов, вискозиметры). Лаборатория оснащена химической посудой (пробирки, химические стаканы, колбы, мерная посуда, воронки, фарфоровые чашки) и необходимыми химическими реактивами. В лаборатории предусмотрены аптечка и средства пожаротушения, а также индивидуальные средства защиты.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специализированные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.