

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.7 Нефтехимический синтез»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(код и наименование специальности)

Аналитическая химия
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения

Очная

Год набора 2019

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии

наименование кафедры

протокол № 5 от "14" января 2019 г.

Заведующий кафедрой
химии

наименование кафедры


подпись

Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Исполнители:

Старший преподаватель кафедры химии

должность

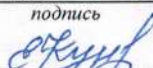

подпись

Е.А. Строганова

расшифровка подписи

Доцент кафедры химии

должность


подпись

Е.А. Кунавина

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

код наименование


личная подпись

Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки


личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета


личная подпись

Е.С. Барышева

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Строганова Е.А.,
Кунавина Е.А., 2019
© ОГУ, 2019

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (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.23 Органическая химия*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.4 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 планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК*-1-В-1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК*-1-В-2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<u>Знать:</u> 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 <u>Уметь:</u> 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

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		современной аппаратуре по стандартным методикам анализа; уметь адаптировать стандартные методики для проведения научных 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	
	9 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	102,25	102,25
Лекции (Л)	52	52
Лабораторные работы (ЛР)	50	50
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - написание реферата (Р); - самостоятельное изучение разделов (общие сведения о нефтяной промышленности; синтез высокооктановых компонентов топлив; синтез капролактама; фталевые кислоты и их назначение в производстве волокон и смол; новые пути синтеза этиленгликоля; синтез аллилового спирта, акролеина, акриловой и метакриловой кислот и полимеров на их основе); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям;	41,75	41,75

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	9 семестр	всего
- подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю.		
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	

Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. Работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие сведения о нефтяной промышленности	10	4	-	2	4
2	Алканы и циклоалканы нефти	20	8	-	8	4
3	Ароматические углеводороды (арены) нефти и углеводороды смешанного строения	34	8	-	20	6
4	Ненасыщенные углеводороды нефти и продуктов ее переработки	16	8	-	2	6
5	Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти	32	8	-	18	6
6	Термические превращения углеводородов нефти	16	8	-	-	8
7	Каталитические превращения углеводородов нефти	16	8	-	-	8
	Итого:	144	52		50	42
	Всего:	144	52		50	42

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 (нафтен) 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 *n*-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, бутилена 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 синтеза 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. Вмсбрекинг. Коксование. Пиролиз. Технологические схемы. 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. Технологические схемы. Химизм и механизм каталитических превращений углеводородов и других компонентов нефти. Основные продукты каталитического крекинга. Катализаторы крекинга: состав (общая формула), структурные компоненты, строение кристаллической решетки. Классификация цеолитов. Строение элементарной ячейки цеолитов. Принцип работы цеолитсодержащих алюмосиликатных катализаторов крекинга: протонные и апротонные каталитические центры – виды, механизмы взаимодействия с углеводородами.

Дезактивация цеолитсодержащих алюмосиликатных катализаторов крекинга: виды ядов, причины дезактивации. Организация процессов регенерации катализаторов. Химизм превращения углеводородов в процессе каталитического крекинга: классификация процессов, схемы превращений углеводородов различных классов. Реакции риформинга: дегидрогенизация, изомеризация, дегидроциклизация. Дигидроконденсация. Гидрокрекинг и гидроочистка. Бифункциональные катализаторы. Суть платформинга. Промоторы катализаторов платформинга: виды, принцип действия, условия применения.

4.3 Лабораторные работы

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

5.1 Основная литература

1 Рахматуллин, Р.Р., Цивунина, И.В., Медведева, Ч.Б., Мингалеев, Н.З. Химия органических веществ: учебное пособие [Электронный ресурс] / Р.Р. Рахматуллин, И.В. Цивунина, Ч.Б. Медведева, Н.З. Мингалеев; Мин-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технолог. ун-т. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2018. - 100 с. - ISBN 978-5-7882-2375-9. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=500957

2. Зарифьянова, М. З. Химия и технология вторичных процессов переработки нефти: учебное пособие [Электронный ресурс] / М. З. Зарифьянова, Т. Л. Пучкова, А. В. Шарифуллин; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технолог. ун-т. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. - 156 с. - ISBN 978-5-7882-1755-0. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=428799.

5.2 Дополнительная литература

1. . Рябов, В. Д. Химия нефти и газа: учеб. пособие для вузов [Электронный ресурс] / В.Д. Рябов. - М.: ИД ФОРУМ, 2012. - 336 с.: ил.; 60х90 1/16. - ISBN 978-5-8199-0390-2. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=328497>.

2. Агабеков, В. Е. Нефть и газ: технологии и продукты переработки [Электронный ресурс] / В. Е. Агабеков, В. К, Косяков. - Минск: Беларус. Навука, 2011. - 459 с. - ISBN 978-985-08-1359-6. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=86694.

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

4. Тимофеев, В. С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза : 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.

5. Бардик, Д. Л. Нефтехимия : пер. с англ. / Д. Л. Бардик, У. Л. Леффлер. - М. : Олимп-Бизнес, 2003. - 416 с. : ил. - (Для профессионалов и неспециалистов). - Парал. тит. л. англ - ISBN 5-901028-19-8. - ISBN 0-87814-344-0.

6. Леффлер У.Л. Переработка нефти. М: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2014, 224 с.

7. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М: Химия, 1988. - 608 с.

5.3 Периодические издания

1. Органическая химия : реферативный журнал. - М. : Агенство "Роспечать", 2008.

2. Успехи химии : журнал. - М. : Агенство "Роспечать", 2010.

3. Химия и жизнь - XXI век : журнал. - М. : Агенство "Роспечать", 2015.

4. Пластические массы: журнал. - М.: Агентство «Роспечать», 2004.

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 авторами СПбГТУ 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 MS Windows (в рамках лицензионного соглашения OVS-ES обеспечен весь компьютерный парк ОГУ).
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) (В рамках лицензионного соглашения OVS-ES обеспечен весь компьютерный парк ОГУ) для подготовки текстовых документов, обработки экспериментальных результатов и демонстрации презентаций.
3. ProQuestDissertations&Theses A&I [Электронный ресурс]: база данных диссертаций. – Режим доступа : <https://search.proquest.com/>, в локальной сети ОГУ.
4. SCOPUS [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.
5. RoyalSocietyofChemistry [Электронный ресурс]: полнотекстовая база данных / Королевское химическое общество Великобритании. – Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/>, в локальной сети ОГУ.
6. Springer [Электронный ресурс]: база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH. – Режим доступа: <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ.
7. 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>.
8. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва. – Режим доступа : в локальной сети ОГУ <\\fileserv11\CONSULT\cons.exe>
9. Бесплатное средство просмотра файлов PDF - AdobeReader;
10. Архиватор – WinRAR;
11. Свободный файловый архиватор - 7-Zip.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория органической химии, оснащенная специальным оборудованием (холодильники, дефлегматоры, ректификационные колонки, хлоркальциевые трубки, кристаллизаторы, эксикаторы, штативы), 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, муфельные и трубчатые печи, баллоны для хранения сжиженных и сжатых газов, газометры, расходные газосчетчики), химической посудой (пробирки, химические стаканы, колбы, мерная посуда, воронки, фарфоровые чашки) и химическими

реактивами, необходимыми для проведения лабораторных опытов. В лаборатории предусмотрены аптечка и средства пожаротушения, а также индивидуальные средства защиты.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.