

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.02.01 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ

---

Основы нефтехимического синтеза

---

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

---

Направленность (профиль)

04.05.01.32 Аналитическая химия

---

Форма обучения

очная

---

Год набора

2022

---

Красноярск 2022

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

---

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

профессиональная подготовка студентов по химии в области химии нефти и газа и ознакомление с основными направлениями современного промышленного нефтехимического синтеза.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

теоретическое и практическое освоение основных представлений о типах и составе базовых источниках сырья для нефтехимического синтеза и основными направлениями и тенденциями развития нефтехимии.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</b>	
ПК-1.1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	
ПК-1.2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	
<b>ПК-7: Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</b>	
ПК-7.1: Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	
ПК-7.2: Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	
ПК-7.3: Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	
ПК-7.4: Проводит испытания инновационной продукции	
<b>ПК-8: Способен осуществлять документальное сопровождение прикладных</b>	

<b>НИР и НИОКР</b>	
ПК-8.1: Анализирует имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производству химической продукции	
ПК-8.2: Планирует и осуществляет научную составляющую работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и производству химической продукции	

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1 (36)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	0,5 (18)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Общие сведения о химической переработке нефти и газа</b>									
	1. Основные направления переработки сырья в нефтехимическом синтезе Базовые источники сырья для нефтехимического синтеза. Состав нефти, продуктов ее дистилляции и остатков переработки нефти. Состав природного газа, попутного нефтяного газа, газового бензина, углеводородов газоконденсатных месторождений. Основные направления химической переработки насыщенных, ненасыщенных, ароматических и нафтеновых углеводородов.	0,5							
	2. Базовые источники сырья для нефтехимического синтеза. Основные направления переработки нефти и природного газа. Физико-химические основы процессов гидроочистки, крекинга и риформинга.			2					

<p>3. Крупнотоннажные процессы переработки нефти. Гидроочистка, химизм процесса и применяемые катализаторы. Крекинг, химизм процесса и применяемые катализаторы. Риформинг. Термодинамика и механизм процесса, применяемые катализаторы. Сведения об изомеризации n-парафинов.</p>	0,5							
<p>4. Основные направления химической переработки природного газа. Получение синтез-газа. Химизм процесса каталитической паровой конверсии природного, газа, применяемые катализаторы. Процессы окислительной конверсии. Общие сведения о получении водорода и метана из синтез-газа. Процесс окислительной димеризаций метана, применяемые катализаторы. Получение ацетилена пиролизом метана.</p>	2							
<p>5. Общие сведения о химическом катализе Сущность каталитического действия. Влияние катализатора на энергетический барьер химической реакции. Классификация каталитических реакций на основе характера промежуточного взаимодействия катализатора с реагентами. Катализаторы реакций гетеролитического и гомолитического типа. Области гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа.</p>	1							
<p>6. Катализ в нефтехимии. Гомогенные и гетерогенные каталитические реакции. Методы приготовления катализаторов.</p>			3					

<p>7. Гомогенный катализ и гетерогенный катализ. Гомогенные каталитические реакции в жидкой фазе. Гетеролитические реакции. Основные представления о катализе кислотами и основаниями. Взаимосвязь каталитической активности и силы кислот и оснований. Примеры реакций, катализируемых кислотами и основаниями. Гомолитические реакции. Основные представления о катализе металлокомплексами. Примеры реакций, катализируемых комплексами переходных металлов.</p> <p>Основные представления о протекании гетерогенных каталитических реакций. Понятие о геометрическом и энергетическом соответствии.</p> <p>Катализ металлами, адсорбция на поверхности металла, состав образующихся поверхностных соединений. Примеры реакций, катализируемых металлами.</p> <p>Катализ оксидами переходных металлов реакций гомолитического типа. Окислительно-восстановительный и слитный механизм реакций окисления. Катализ оксидами с кислотными свойствами поверхности. Бифункциональные катализаторы. Катализ гетерогенизированными металлокомплексами. Примеры катализируемых реакций.</p>	1							
<p>8. Приготовление катализаторов. Понятие о внешней и внутренней поверхности, пористой структуре твердых катализаторов. Массивные и нанесенные катализаторы, способы их приготовления. Методы приготовления дисперсных металлических и оксидных катализаторов на носителях. Синтез металлокомплексов, гетерогенизированных на органических и неорганических подложках.</p>	1							



9. Производство сырья для нефтехимических синтезов Получение парафинов и олефинов. Выделение парафиновых углеводородов. Сведения о процессе пиролиза углеводородного сырья. Получение этилена и пропилена методом пиролиза. Получение высших ненасыщенных углеводородов методами термического крекинга и каталитического дегидрирования высших парафинов, олигомеризацией этилена и пропилена.	0,5							
10. Получение парафинов и олефинов. Выделение парафиновых углеводородов. Пиролиз углеводородного сырья. Получение ароматических углеводородов и циклопарафинов (нафтенов).			2					
11. Реакции окисления парафинов, олефинов, ароматических и нафтеновых углеводородов. Получение кислородсодержащих углеводородов из синтез-газа: синтеза метанола, гидроформилирование олефинов, карбонилирование спиртов и эфиров.			2					
12. Получение ароматических углеводородов и циклопарафинов. Получение бензола, толуола, ксилолов дегидро-циклизацией парафинов. Получение бензола и нафталина дициклированием толуола и алкилнафталинов. Алкилирование бензола этиленом и пропиленом для производства этилбензола и кумола. Получение циклогексана изомеризацией метилциклопентана и гидрированием бензола. Условия процессов и применяемые катализаторы.	0,5							
13. Основные представления о протекании гетерогенных каталитических реакций. Понятие о геометрическом и энергетическом соответствии							22	

**2. Производство кислородсодержащих органических продуктов и мономеров для процессов полимеризации**

<p>1. Производство кислородсодержащих органических продуктов (6 часов)</p> <p>Окисление насыщенных углеводородов. Общие сведения о реакциях окисления парафинов, применяемые катализаторы. Газофазное окисление парафинов C1-C6. Жидкофазное окисление парафинов C4-C8 в низкомолекулярные кислоты. Окисление парафинов C10-C20 в спирты. Окисление парафинов C20-C40 в кислоты.</p> <p>Окисление ненасыщенных углеводородов. Общие сведения о реакциях окисления ненасыщенных углеводородов, применяемые катализаторы. Получение этиленоксида и пропиленоксида. Реакции окисления ненасыщенных углеводородов в карбонильные соединения. Получение ацетальдегида, ацетона и метилэтилкетона. Получение акролеина и акрилонитрила из пропилена. Окисление ненасыщенных углеводородов в кислоты и их производные. Получение винилацетата, акриловой кислоты, уксусной кислоты.</p>	1							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. Окисление ароматических и нафтеновых углеводородов. Получение малеинового и фталевого ангидридов каталитическим газофазным окислением ароматических углеводородов. Жидкофазное окисление алкилароматических углеводородов, применяемые катализаторы. Получение фенола и многоатомных фенолов. Получение бензойной, терефталевой и многоосновных ароматических кислот. Получение циклогексанона и адипиновой кислоты окислением циклогексана.</p> <p>Получение кислородсодержащих углеводородов из синтез-газа. Химизм процесса синтеза метанола, применяемые катализаторы. Процессы оксосинтеза. Гидроформилирование олефинов с применением кобальтовых и родиевых катализаторов. Сведения о реакциях карбонилирования спиртов и эфиров, гидрокарбоксилировании олефинов.</p>	1							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>3. Производство спиртов  Получение низших спиртов гидратацией олефинов.  Получение высших жирных спиртов. Химизм процесса получения этанола реакцией гидратации этилена.  Применяемые кислотные катализаторы. Получение изопропанола реакцией гидратации пропилена.  Сведения о каталитическом гидрировании жирных кислот и их эфиров. Получение первичных высших спиртов гидрированием альдегидов процесса оксосинтеза и продуктов окисления парафина. Химизм реакций получения спиртов алюминийорганическим синтезом. Получение н-бутанола и 2-этилгексанола альдольной конденсацией альдегидов.  Получение двух- и многоатомных спиртов. Сведения о процессах получения этиленгликоля и пропиленгликоля.  Каталитические и некаталитические методы получения.  Хлорные и бесхлорные методы синтеза глицерина.  Сведения о получении пентаэритрита и низших многоатомных спиртов конденсацией альдегидов с формальдегидом.</p>	2							
<p>4. Получение низших спиртов гидратацией олефинов.  Получение высших жирных спиртов гидрированием альдегидов, жирных кислот и их эфиров.  Хлорные и безхлорные методы синтеза глицерина.  Получение пентаэритрита и многоатомных спиртов конденсацией альдегидов с формальдегидом.</p>			2					

<p>5. Производство мономеров для процессов полимеризации  Получение олефинов и диенов окислительным дегидрированием углеводородов. Химизм реакции окислительного дегидрирования олефинов и парафинов. Применяемые оксидные катализаторы. Получение бутадиена окислительным дегидрированием бутенов и бутана. Дегидрирование изопентана и изопентенов для получения 2-метилбутадиена-1,3 (изопрена). Получение стирола и <math>\alpha</math>-метилстирола дегидрированием алкилбензолов.  Получение бутадиена из этанола. Дегидратация изобутанола для получения изо-бутилена. Сведения о получении изопрена реакциями конденсации 2-метилпропена с формальдегидом, взаимодействием ацетона и ацетилен, димеризации пропилена.</p>	1							
<p>6. Получение олефинов и диенов окислительным дегидрированием углеводородов.</p>			1					
<p>7. Дегидрирование изопентана и изопентенов для получения 2-метилбутадиена-1,3 (изопрена). Получение стирола и <math>\alpha</math>-метилстирола дегидрированием алкилбензолов.</p>							26	
<p><b>3. Производство галоген- и нитропроизводных углеводородов, высокомолекулярных органических соединений и поверхностно</b></p>								

<p>1. Получение галогенпроизводных углеводородов. Общие сведения о применении галогенпроизводных углеводородов. Химизм реакций радикально-цепного и ионно-каталитического хлорирования. Хлорирование насыщенных углеводородов с целью получения хлорметанов, этилхлорида, жидких хлорпарафинов. Сведения о процессах хлорирования, гидрохлорирования и хлоргидрирования ненасыщенных углеводородов. Получение дихлорэтана, этилхлорида, винилхлорида, винилиденхлорида, три- и тетрачлорэтиленов. Хлорирование циклических углеводородов. Общие сведения о получении фторпроизводных углеводородов: этилентетрафторида, монохлортрифторэтилена, винилфторида и фреонов.</p>	1							
2.			2					
<p>3. Получение нитропроизводных углеводородов. Сведения о процессах газофазного и жидкофазного нитрования насыщенных углеводородов. Получение динитропроизводных, тринитрометана и тетранитрометана. Сведения о получении ароматических нитросоединений.</p>	1							

<p>4. Производство высокомолекулярных органических соединений.</p> <p>Получение полимеров реакциями полимеризации. Общие сведения о реакциях радикальной, катионной и анионной полимеризации. Получение полиэтилена и полипропилена, применяемые катализаторы. Сведения о получении поливинилхлорида, полистирола, фторопластов, полиакрилатов, поливинилового спирта. Получение полимеров реакциями поликонденсации. Общие сведения о реакциях поликонденсации. Получение полиэтилентерефталата. Получение эпоксидных полимеров. Химизм реакций получения полиамидных полимеров.</p> <p>Получение синтетических каучуков. Получение бутадиен-стирольных и бутадиен-метилстирольных каучуков реакциями сополимеризации. Получение стереорегулярных синтетических бутадиеновых и изопреновых каучуков. Получение каучуков специального назначения: хлоропреновых, бутадиен-нитрильных, этилен-пропиленовых, полиизобутадиеновых, бутилкаучука.</p>	2							
<p>5. Реакции полимеризации и поликонденсации. Получение полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида, полистирола, фторопластов, полиакрилатов, поливинилового спирта, синтетических каучуков.</p>			2					

<p>6. Производство поверхностно-активных веществ. Классификация и физико-химические основы действия поверхностно-активных веществ (ПАВ). Сведения об анионоактивных, катионоактивных, амфолитных и неионогенных ПАВ. Строение молекулы ПАВ. Механизм действия синтетических моющих средств. Получение анионных катионных и неионогенных ПАВ. Сведения о получении алкилбензолсульфонатов, основные стадии процессов. Получение алкилсульфонатов реакциями сульфохлорирования и сульфоокисления n-парафинов. Получение биологически разлагаемых ПАВ на основе <math>\alpha</math>-олефинсульфатов. Сведения о получении алкилсульфатов сульфатированием спиртов и олефинов. Сульфоэтоксилаты, алкилкарбонаты, сульфосукцинаты, эфиры фосфорной кислоты. Общие сведения о получении неионогенных ПАВ поликонденсацией этиленоксида с алкилфенолами, высшими спиртами, высшими жирными кислотами и аминами. Свойства неионогенных ПАВ. Сведения о составе и областях использования катионных ПАВ.</p>	2							
<p>7. Классификация и физико-химические свойства поверхностно-активных веществ. Получение неионогенных и катионных ПАВ. Получение анионных ПАВ.</p>			2					
<p>8. Получение каучуков специального назначения: хлоропреновых, бутадиен-нитрильных, этиленпропиленовых, по-лиизобутадиеновых, бутилкаучука.</p>							24	
<p>Всего</p>	18		18				72	



#### **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Microsoft Office Professional Plus 2007.
2. Приложения ChemOffice Ultra 11 - пакет утилит для химиков, таких как: ChemDraw, Chem3D, ChemFinder, ChemACX

**4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Справочник по химии: основные понятия, термины, законы, схемы, формулы, справочный материал, графики / Л. Н. Блинов, И. Л. Перфилова; Санкт-Петербургский политехнический университет. - Москва: Проспект, 2010. - 155 с.
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com. – Режим доступа: <http://znanium.com/>.

#### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для чтения лекций используется аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в учебной аудитории с использованием доски.