

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

« 21 » 02 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.05**

Применение продуктов основного и нефтехимического синтеза

Учебный план: 2023-2024 18.03.01 ИПХиЭ ХТОиНВ ОЗО №1-2-94.plx

Кафедра: **54** Химических технологий им. проф. А.А. Хархарова

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология органических и неорганических веществ  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очно-заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Лаб. занятия					
9	УП	17	34	92,75	0,25	4	Зачет
	РПД	17	34	92,75	0,25	4	
Итого	УП	17	34	92,75	0,25	4	
	РПД	17	34	92,75	0,25	4	

Санкт-Петербург  
2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

доктор химических наук, Доцент

\_\_\_\_\_

Мызников Л. В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой химических технологий им.  
проф. а.а. хархарова

\_\_\_\_\_

Сашина Елена  
Сергеевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Сашина Елена  
Сергеевна

Методический отдел: Макаренко С.В.

---

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающихся в области теоретических закономерностей химико-технологических процессов для оптимизации технологических параметров при анализе работы действующих химических производств и создании новых процессов на предприятиях органического синтеза.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Расширение знаний о закономерностях процессов, наиболее часто применяющихся при переработке продуктов основного органического и нефтехимического синтеза, с целью обоснования оптимальных технологических параметров и показателей для проведения процессов получения производных ароматических соединений.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Химическая технология органических и неорганических веществ

Органическая химия

Общая химическая технология

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-2: Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок в области химической технологии органических и неорганических веществ</b>
<b>Знать:</b> отечественный и международный опыт в области получения и применения продуктов основного органического и нефтехимического синтеза на основе ароматических соединений, основные методы проведения экспериментов и оформления их результатов
<b>Уметь:</b> использовать отечественный и международный опыт в области получения и применения продуктов основного органического и нефтехимического синтеза, применять основные методы проведения экспериментов и оформлять их результаты
<b>Владеть:</b> навыками проведения экспериментов в области применения продуктов основного и нефтехимического синтеза.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Общие сведения о продуктах основного и нефтехимического синтеза. Роль и место ароматических соединений среди них.	9					О
Тема 1. Основные технологические процессы для получения продуктов основного и нефтехимического синтеза. Роль и место ароматических соединений среди продуктов основного и нефтехимического синтеза.		1		8	ГД	
Тема 2. Особенности строения ароматических соединений и их реакционная способность. Строение бензола и конденсированных ароматических соединений.		2		8	ГД	
Тема 3. Механизм электрофильного замещения в ароматическом ряду и влияние на него заместителей.		2		8,75	ГД	О
Раздел 2. Реакции электрофильного замещения в ряду ароматических соединений						
Тема 4. Сульфирование. Лабораторное занятие: сульфирование.		2	10	10	ГД	
Тема 5. Нитрование. Лабораторное занятие: Нитрование.		2	8	8	ГД	
Тема 6. Галогенирование. Лабораторное занятие: Галогенирование.		2	6	8	ГД	
Тема 7. Введение углеродсодержащих заместителей в ароматическое кольцо.		1		6	ГД	
Тема 8. Другие реакции электрофильного замещения в ряду ароматических соединений.		1		8	ГД	О
Раздел 3. Реакции нуклеофильного замещения и окислительно-восстановительные реакции в ряду ароматических соединений						
Тема 9. Реакции нуклеофильного замещения. Лабораторное занятие: нуклеофильное замещение в ряду ароматических соединений.		1	6	8	ГД	
Тема 10. Окислительно-восстановительные реакции. Лабораторное занятие: окислительно-восстановительные реакции в ряду ароматических соединений.	1	4	8	ГД	О	
Раздел 4. Выбор схемы синтеза и оборудования при получении ароматических соединений.						
Тема 11. Критерии выбора схемы синтеза замещенных ароматических соединений.	1		6	ГД		
Тема 12. Выбор основного оборудования в производстве ароматических соединений.	1		6	ГД		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	92,75		

Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		51,25	92,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-2	Приводит примеры получения и применения продуктов основного органического и нефтехимического синтеза в синтезе различных продуктов на основе ароматических соединений. Обосновывает методологию проведения экспериментов, показывает умение учитывать отечественный и международный опыт в области получения и применения продуктов основного органического и нефтехимического синтеза. Демонстрирует результаты проведения экспериментов в области применения продуктов основного и нефтехимического синтеза.	Вопросы для устного собеседования, практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся может назвать теоретические закономерности процессов, наиболее часто применяющиеся при переработке ароматических соединений, а также особенности их строения и реакционной способности.	
Не зачтено	Обучающийся не может назвать теоретические закономерности процессов, наиболее часто применяющиеся при переработке ароматических соединений, а также особенности их строения и реакционной способности.	

##### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 9	
1	1,3,5-Гексатриен и циклогексатриен обработаны бромистым водородом. Какие продукты реакции получаются при этом?
2	Напишите структурные формулы и названия для двух изомеров бензола с открытой цепью.
3	Являются ли ароматическими соединениями циклобутadiен, циклооктатриен и циклогексатриен?
4	Предложите соединение являющееся катионом и обладающее ароматическим характером с минимальным числом атомов углерода в цикле.
5	Напишите формулы 3-аминофенола, 1-антраценсульфокислоты, мета-нитроанилина, пара-ксилола, 4-хлор-альфа-нафтиламин
6	Расположите изомеры динитробензола в порядке уменьшения дипольных моментов. Какой из изомеров не имеет дипольного момента?
7	Как можно, используя различную основность, разделить смесь орто, метанитроанилинов и анилина?
8	Почему снижение концентрации серной кислоты резко сказывается на процессе сульфирования?
9	Почему нафталин сульфировается легче бензола?
10	Зачем берется большой избыток концентрированной серной кислоты при сульфировании бензола?

11	Какие продукты образуются в результате моносульфирования толуола, бромбензола, нитробензола, нафталина и антрацена
12	Какие соединения и в каких условиях могут быть получены при сульфировании 2-нафтола?
13	Какие параметры реакции сульфирования необходимо изменять, чтобы преимущественно получать 1- или 2-нафталинсульфоокислоту?
14	Какое соединение получится при нагревании сульфата п-толуидина до 180°C?
15	Какие соединения и в каких условиях могут быть получены при сульфировании 1-нафталинсульфоокислоты?
16	Какие соединения и в каких условиях могут быть получены при сульфировании 2-нафталинсульфоокислоты?
17	Почему при нитровании нафталина, в отличие от сульфирования невозможно с хорошим выходом получить 2-нитронафталин?
18	Почему при нитровании предпочтительно использовать смеси азотной кислоты с серной или уксусной вместо чистой азотной кислоты?
19	Какое преимущество при транспортировке имеют смеси азотной и серной кислот, по сравнению с чистой азотной кислотой?
20	Перечислите различия в ориентации при нитровании ароматических соединений по сравнению с сульфированием ароматических соединений, объясните с чем они связаны.
21	Каким образом проводят нитрование ароматических аминов?
22	Какие активные электрофильные частицы образуются при нитровании в среде серной кислоте?
23	Нитрование нитробензола, фенилнитрометана и p-нитро- фенилэтана приводит к образованию мета-нитропроизводных с выходами 93, 48 и 13% соответственно. Чем объясняется снижение выходов мета-нитроизомеров в этом ряду?
24	Какого строения получается продукт, если 56 кг хлорбензола прибавляют к 225 кг смеси, состоящей из 30% HNO <sub>3</sub> , 67% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> и 3% H <sub>2</sub> O?
25	Скорость реакции толуола с молекулярным хлором в нитрометане в 7 раз больше, чем в ацетонитриле, и в 33 раза больше, чем в уксусном ангидриде. Чем объяснить такое влияние растворителя?
26	Объясните, почему фенол, реагируя с бромом в водном растворе, образует 2,4,6-трибромфенол, а в неполярных растворителях p- и o-бромфенолы?
27	p-Ксилол обрабатывают 1 эквивалентом хлористым сульфурилом в присутствии перекиси бензоила. Какое образуется соединение?
28	Какое строение должен иметь продукт радикального монохлорирования этилбензола?
29	Какой из изомеров дихлорфенола является более сильной кислотой?
30	Какая из реакций – хлорирование и бромирование хлорбензола в пара-положение будет проходить быстрее и почему
31	Какие вещества используются в качестве катализаторов хлорирования в ароматическое кольцо и каков механизм их действия.
32	Сколько литров газообразного хлора потребуется для полного хлорирования 195 кг бензола?
33	На хлорирование 276 кг толуола в присутствии хлорида железа (III) израсходовано 213 кг хлора. Какой продукт преимущественно образовался в ходе реакции?
34	На хлорирование 276 кг толуола в присутствии перекиси бензоила израсходовано 213 кг хлора. Какой продукт преимущественно образовался в ходе реакции?
35	Какой из изомерных дихлорбензолов будет легче реагировать с метилатом натрия?
36	2,4-Динитрохлорбензол реагирует с диметиламином в 10000 раз быстрее, чем с аммиаком. Объясните почему.
37	Предложите способ получения 2-метоксидифенилового эфира.
38	Как выделить 4-нитроанилин из смеси с 4-нитрофенолом.
39	Алкилирование бензола бромистым метилом в присутствии бромистого алюминия протекает в 200 раз быстрее, чем с йодистым метилом. Объяснить почему.
40	При алкилировании бензола 1-бромпропаном в присутствии бромистого алюминия образуется около 70% изопропилбензола. Каков механизм этой реакции?
41	Нитробензол не алкилируется обычными методами, в то время как 1-метокси-2 нитробензол легко вступает в эту реакцию. Дайте объяснение этому факту.
42	Почему при реакции хлорметилирования лучше использовать хлористый цинк, а не хлористый алюминий?
43	Фенилацетат в присутствии хлористого алюминия превращается в 4-гидроксиацетофенон. Объясните механизм этой реакции.
44	При алкилировании бензола 1-бутаном в присутствии бромистого алюминия образуется около 80% втор-бутилбензола. Каков механизм этой реакции?
45	p-Крезол легко взаимодействует с избытком формальдегида в присутствии водного раствора диметиламина. Какое образуется соединение.

46	В каких условиях вступят в реакцию Фриделя-Крафтса бензол и четыреххлористый углерод (CCl <sub>4</sub> ) и какое соединение получится в результате реакции?
47	При обработке гексаметилбензола хлористым метилом в присутствии хлористого алюминия получена растворимая в воде соль. Каково её строение?
48	4-Нитрохлорбензол реагирует с Na <sub>2</sub> S с образованием 2-х продуктов в зависимости от соотношения нитросоединения и сульфида натрия. Каково строение этих соединений?
49	Какое образуется соединение если ввести в реакцию 157 г хлористого ацетила, 128 г нафталина и 333 г хлорида алюминия?
50	Перечислите механизмы нуклеофильного замещения в ряду ароматических соединений.
51	Какие заместители облегчают нуклеофильное замещение в ароматических соединениях и почему.
52	Что такое реакция щелочного плавления? Какие есть 2 способа её проведения.
53	Какой из галогенов фтор или бром будет легче замещаться нуклеофилами в ароматических соединениях и почему?
54	Какое из соединений AlF <sub>3</sub> , AlCl <sub>3</sub> или AlBr <sub>3</sub> является более активным катализатором алкилирования ароматических соединений и почему.
55	Какие соединения могут использоваться для алкилирования ароматических соединений в присутствии AlCl <sub>3</sub> ?
56	Почему реакцию Фриделя-Крафтса обычно проводят при комнатной температуре или при охлаждении?
57	Каковы особенности проведения реакции внутримолекулярного ацилирования при получении замещенных антрахинонов?
58	Приведите примеры реакций введения в ароматические соединения углеродсодержащих групп с применением альдегидов.
59	Какие соединения используются в качестве восстановителей нитрогруппы?
60	Напишите формулы и дайте название промежуточным соединениям, которые могут образоваться при восстановлении 4-нитротолуола до пара-толуидина.
61	Что такое гидрирование, какие катализаторы используются для его проведения?
62	Какое соединение образуется при окислительном разрушении бензола? Какие катализаторы используются для проведения этой реакции?
63	Какие соединения используются для окисления метильной группы до карбоновой кислоты в ароматических соединениях?
64	Какое соединение получится при окислении 1-нитронафталина CrO <sub>3</sub> в кислой среде?

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Предложите метод синтеза 2-хлор-4-сульфобензойной кислоты.
2. Предложите метод синтеза 1-амино-4-хлорантрахинона.
3. Предложите метод синтеза 1-амино-2,4-дибромантрахинона.
4. Предложите метод синтеза 1-амино-антрахинон-5-сульфокислоты.
5. Предложите метод синтеза 1,5-дигидроксиантрахинона.
6. Предложите метод синтеза 1,4-дигидроксиантрахинона.
7. Предложите метод синтеза антрахинон-2-карбоновой кислоты.
8. Предложите метод синтеза 4-сульфо-2-нитробензойной кислоты.
9. Предложите метод синтеза 4-аминобензойной кислоты.
10. Предложите метод синтеза 2,2'-диметил-4,4' диаминодифенила.
11. Предложите метод синтеза 2-амино-4,6-динитрофенола.
12. Предложите 2 способа синтеза 4-аминофенола.
13. Предложите метод синтеза 4-нитроанилина.
14. Предложите метод синтеза 2,6-дихлоранилина.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  +  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Уломский, Е. Н., Русинова, Л. И., Шабунина, О. В., Русинов, В. Л., Зырянова, Г. В.	Основы теоретических представлений в органической химии	Екатеринбург: Издательство Уральского университета	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/106480.html">http://www.iprbookshop.ru/106480.html</a>
Бурмистрова, Н. А., Панкратов, А. Н., Муштакова, С. П.	Ароматические амины: структура, реакции окисления, применение в аналитической химии	Саратов: Издательство Саратовского университета	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/94702.html">http://www.iprbookshop.ru/94702.html</a>
Филатова, Е. А., Гулевская, А. В., Дябло, О. В., Пожарский, А. Ф., Гулевской, А. В.	Органическая химия. Ч.2. Ароматические соединения	Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/87456.html">http://www.iprbookshop.ru/87456.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Гариева, Ф. Р., Мусин, Р. Р., Карпачев, С. О., Хафизов, И. Ф., Бабаев, В. М.	Алкилирование ароматических углеводородов	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/79262.html">http://www.iprbookshop.ru/79262.html</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com>

База патентов федерального государственного института промышленной собственности [Электронный ресурс] URL: <https://www.fips.ru>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows

MicrosoftOfficeProfessional

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска