

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт  
Кафедра «Химии»

Утверждено на заседании кафедры  
«Химии»  
«30» января 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



В.А. Алферов

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«Химическая технология органических веществ»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**18.03.01 Химическая технология**

с направленностью (профилем)

**Технология органического синтеза**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 180301-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

**Разработчик:**

Дмитриева Е.Д. доцент, к.х.н., доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## 1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.1)

1. К какому типу химических реакций относится реакция сульфирования ароматических соединений? Приведите механизм реакции.
2. Сколько потребуется 45 %-ного олеума и серной кислоты плотностью 1.84, чтобы просульфировать 18144 кг вещества с молекулярным весом 200 ( $\pi$ -сульфирования 82), если эту реакцию ведут, применяя 25 %-ный олеум?
3. Приведите технологическую схему сульфирования анилина.
4. Каков механизм реакции сульфирования ароматических углеводородов серной кислотой и олеумом?
5. Сколько потребуется 15 %-ного олеума и серной кислоты плотностью 1.84, чтобы просульфировать 240 кг вещества с молекулярным весом 111 ( $\pi$ -сульфирования 52), если эту реакцию ведут, применяя 11 %-ный олеум?
6. Методы разделения сульфокислот 2-нафтола.
7. Выберите условия сульфирования фенола серной кислотой до пгидроксибензол-сульфокислоты:
 

А) серная кислота 98 %-ная, 5 °С	Б) серная кислота 98 %-ная, 100 °С
В) серная кислота 3 %-ная, 100 °С	Г) серная кислота 3 %-ная, 5 °С
8. Реакция сульфирования обратима, если сульфирование осуществляется
 

А) купоросным маслом	Б) хлорсульфоновой кислотой	В) олеумом
----------------------	-----------------------------	------------
9. Какими факторами определяется выбор реагента для сульфирования ароматических соединений?
 

А) природой сульфируемого вещества
Б) временем сульфирования
В) концентрацией сульфируемого вещества
Г) реакционной способностью сульфирующего агента
10. К какому типу химических реакций относится реакция сульфирования ароматических соединений?
 

А) К реакциям нуклеофильного присоединения
Б) К реакциям электрофильного присоединения
В) К реакциям нуклеофильного замещения
Г) К реакциям электрофильного замещения

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.2)**

1. К какому типу реакций относится реакция замещения галогена в ароматических галогенпроизводных?
2. На какие заместители может заменяться галоген в ароматических галогенпроизводных?
3. Какие факторы влияют на подвижность атомов галогена в галогенпроизводных?
4. В каких случаях при замене галогена применяются катализаторы? Какие соединения используются в данном случае в качестве катализаторов?
5. Как влияют на подвижность галогенов различные заместители и почему?
6. Опишите механизм некаталитического обмена галогена.
7. Каков механизм обмена галогена при использовании катализаторов?
8. При каких условиях происходит обмен хлора на аминогруппу в хлорбензоле,  $\alpha$ -хлорнафталине,  $\alpha$ -хлорантрахиноне?
9. Технологическое оформление нитрования парафинов (нитрование пропана).
10. Какие требования к безопасному ведению процесса должны соблюдаться при нитровании? Технологическая схема нитрования ацетанилида.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.3)**

1. Расположите в ряд возрастания активности в реакции нитрования следующие соединения: бензол, нафталин, фенол, антрахинон, анилин, хлорбензол, толуол, нитробензол, бензойная кислота. Технологическая схема нитрования бензола.
2. Какие продукты образуются при нитровании диариламинов?
3. Какой концентрации и в каком количестве необходимо взять серную кислоту или олеум для приготовления 2000 кг нитрующей смеси следующего состава: 70 % серной кислоты, 30 % азотной кислоты, если имеется 90 %-ная азотная кислота?
4. Опишите механизм нитрования водной азотной кислотой. Чем отличается он от механизма нитрования водной азотной кислотой в присутствии солей ртути? Технологическая схема нитрования 1-нафтола.
5. Таутомерия ароматических гидроксинитрозопроизводных.
6. Какой концентрации и в каком количестве необходимо взять серную кислоту или олеум для приготовления 2000 кг нитрующей смеси следующего состава: 61 % серной кислоты, 31 % азотной кислоты и 8 % воды, если имеется 68 %-ная азотная кислота?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.1)**

1. Какой изомер преобладает при сульфировании хлорбензола и почему?
2. Сколько потребуется олеума с концентрацией 45 % и серной кислоты плотностью 1.84, чтобы просульфировать 2100 кг вещества с молекулярным весом 2085 ( $\pi$ -сульфирования 81), если эту реакцию ведут, применяя серную кислоту с концентрацией 20 %?
3. Приведите технологическую схему получения 2-сульфокислоты нафталина.
4. Сульфатирование олефинов.
5. Сколько потребуется олеума с концентрацией 23 % и серной кислоты плотностью 1.84, чтобы просульфировать 2400 кг вещества с молекулярным весом 158 ( $\pi$ -сульфирования 72), если эту реакцию ведут, применяя олеум с концентрацией 5 %?
6. Приведите технологическую схему низкотемпературного сульфирования нафталина.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.2)**

1. Как проводят нитрование ароматических аминов? Технологическая схема нитрования ацетанилида.
2. В каком количестве и какого состава получится нитрующей смеси из 2000 кг серной кислоты плотностью 1.83 и 1500 кг 98 %-ной азотной кислоты?
3. Методы нитрования парафинов. Механизмы реакций.
4. Какие динитропроизводные образуются при нитровании антрахинона нитрующей смесью?
5. В каком количестве и какого состава получится нитрующей смеси из 2500 кг серной кислоты плотностью 1.82 и 1200 кг 70 %-ной азотной кислоты?
6. Технологическое оформление нитрования парафинов (нитрование пропана).

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.3)**

1. Какие требования к безопасному ведению процесса должны соблюдаться при нитровании? Технологическая схема нитрования ацетанилида.
2. Какова роль нитрита натрия при нитровании ароматических соединений водной азотной кислотой?
3. Определите остаточную концентрацию серной кислоты при нитровании 355 кг бензойной кислоты нитрующей смесью состава: 35 % азотной кислоты, 55 % серной кислоты и 10 % воды.
4. Объясните необратимость процессов нитрования в обычных условиях. Технологическая схема нитрования бензола.
5. Какие динитропроизводные образуются при нитровании антрахинона нитрующей смесью?
6. В каком количестве и какого состава получится нитрующей смеси из 2500 кг серной кислоты плотностью 1.84 и 1400 кг 70 %-ной азотной кислоты?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.1)**

1. К какому типу химических реакций относится реакция нитрования ароматических соединений? Технологическая схема нитрования бензола.
2. Какие динитропроизводные образуются при нитровании антрахинона нитрующей смесью?
3. В каком количестве и какого состава получится нитрующей смеси из 1500 кг серной кислоты плотностью 1.82 и 1400 кг 70 %-ной азотной кислоты?
4. Какие нитрующие реагенты используются в реакции нитрования? В чем сходство и различия в реакциях нитрования и сульфирования ароматических соединений? Технологическая схема нитрования 1-нафтола.
5. Какие факторы будут оказывать влияние на соотношение *орто*- и *пара*-изомеров при нитровании галогенбензолов?
6. Какой концентрации и в каком количестве необходимо взять серную кислоту или олеум для приготовления 800 кг нитрующей смеси следующего состава: 61 % серной кислоты, 31 % азотной кислоты и 8 % воды, если имеется 68 %-ная азотная кислота?
7. При нитровании толуола образуется смесь изомеров состава:
  - А) орто-нитротолуол (55-58 %), пара-нитротолуол (38-40 %), мета-нитротолуол (3-5 %)
  - Б) орто-нитротолуол (38-40 %), пара-нитротолуол (55-58 %), мета-нитротолуол (3-5 %)
  - В) орто-нитротолуол (40-42 %), пара-нитротолуол (58-60 %)
  - Г) орто-нитротолуол (58-60 %), пара-нитротолуол (40-42 %)
8. Роль серной кислоты в составе нитрующей смеси
  - А) связывание выделяющейся воды

- Б) участие в образовании нитроний-катиона  
 В) участие в образовании нитроацидий-катиона
9. Реакция нитрования протекает по механизму  
 А) Электрофильного замещения  
 Б) Нуклеофильного замещения  
 В) Электрофильного присоединения  
 Г) Радикального замещения  
 Д) Радикального замещения (при высокой температуре), электрофильного замещения (при высокой концентрации азотной кислоты)
10. Факторы, влияющие на процесс нитрования  
 А) температура процесса  
 Б) интенсивность перемешивания  
 В) природа нитрующего агента  
 Г) природа нитруемого вещества  
 Д) время протекания реакции

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.2)**

1. К какому типу химических реакций относятся реакции галогенирования ароматических соединений? Механизм хлорирования ароматических соединений.
2. Каким образом можно ввести фтор в боковую цепь ароматического соединения? В ароматическое кольцо? По каким причинам невозможно прямое фторирование ароматических соединений?
3. Какие соединения используются в качестве агентов галогенирования?
4. Какое соединение образуется при хлорировании 2-метилантрахинона и 1-сульфоокислоты антрахинона?
5. Перечислите способы восстановления ароматических нитросоединений.
6. Какие вещества используются в качестве восстановителей?
7. С какой целью вводится в реакционную массу электролит в процессе восстановления нитросоединений железом?
8. Какой метод восстановления является наиболее рациональным при получении анилина?
9. В чем сущность восстановления нитробензола цинком в щелочной среде? Какое образуется соединение?
10. Какое влияние оказывает минерально-кислая среда при восстановлении нитробензола металлами?
11. Как контролируется процесс восстановления ароматических нитросоединений?
12. Что такое «бензидиновая перегруппировка»? Каков механизм этого процесса?
13. Какое соединение образуется при восстановлении м-динитробензола сульфидом натрия?
14. Какие катализаторы используются при восстановлении нитросоединений в паровой фазе? 15. Запишите схему химических превращений восстановления нитросоединений железом в присутствии электролита?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.3)**

1. Какие катализаторы используются при восстановлении нитросоединений в паровой фазе?
2. Запишите схему химических превращений восстановления нитросоединений железом в присутствии электролита?
3. Запишите схему химических превращений в процессе восстановления нитросоединений сульфидом натрия.

4. Как выделяются амины из реакционной массы при восстановлении нитросоединений железом в присутствии электролита?
5. Какой восстановитель следует использовать для получения 2-амино-4-нитрофенола из 2,4-динитрофенола?
6. Составьте технологическую схему восстановления нитробензола до анилина водородом каталитическим методом.
7. Почему при восстановлении нитросоединений не всегда отдается предпочтение самому дешевому из сульфидов – сульфиду натрия?
8. Какие катализаторы и растворители используются при восстановлении нитросоединений водородом в жидкой фазе?
9. Запишите схему химических превращений при восстановлении нитробензола цинком в щелочной среде, амальгамой натрия.
10. Какие требования предъявляются к качеству железной стружки в реакциях восстановления нитросоединений в среде электролита?
11. При восстановлении азокрасителя образуется 2-амино-4-метилфенол и п-аминоацетанилид. Какой азокраситель был использован и какие восстановители можно применить?
12. Составьте технологическую схему восстановления нитробензола до анилина чугунной стружкой в среде электролита непрерывным методом.

### **3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.1)**

1. К какому типу химических реакций относятся реакции галогенирования ароматических соединений? Механизм хлорирования ароматических соединений.
2. Каким образом можно ввести фтор в боковую цепь ароматического соединения? В ароматическое кольцо? По каким причинам невозможно прямое фторирование ароматических соединений?
3. Какие соединения используются в качестве агентов галогенирования?
4. Какое соединение образуется при хлорировании 2-метилантрахинона и 1-сульфоуксусной кислоты антрахинона?
5. Каков механизм хлорирования ароматических соединений в ядро?
6. Назовите меры по технике безопасности при ведении процессов галогенирования.
7. Какие соединения используются в качестве катализаторов при хлорировании в ядро? В чем заключается роль катализатора в данном процессе?
8. Какие реагенты используются в реакции бромирования ароматических соединений?
9. Каков механизм хлорирования в боковую цепь? Рассмотрите методы получения радикалов.
10. Какие продукты образуются при хлорировании бензола?

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.2)**

1. К какому типу реакций относится реакция замещения галогена в ароматических галогенпроизводных?
2. На какие заместители может заменяться галоген в ароматических галогенпроизводных?
3. Какие факторы влияют на подвижность атомов галогена в галогенпроизводных?

4. В каких случаях при замене галогена применяются катализаторы? Какие соединения используются в данном случае в качестве катализаторов?
5. Как влияют на подвижность галогенов различные заместители и почему?
6. Опишите механизм некаталитического обмена галогена.
7. Каков механизм обмена галогена при использовании катализаторов?
8. При каких условиях происходит обмен хлора на аминогруппу в хлорбензоле,  $\alpha$ -хлорнафталине,  $\alpha$ -хлорантрахиноне?
9. Как в промышленности получают *n*-нитроанилин из *n*-нитрохлорбензола?
10. Какова роль связующих кислоту веществ при замене хлора на ариламиногруппу?
11. Перечислите методы замены хлора на гидроксильную группу. Приведите условия протекания этих реакций.
12. В чем достоинства и недостатки метода получения фенола из хлорбензола перед «сульфурационным» методом?
13. Напишите схему химических превращений бензотрихлорида в бензойную кислоту.
14. Получите из бензотрихлорида хлористый бензоил всеми известными методами.
15. Каков механизм замещения хлора на алкоксильную группу?
16. Как осуществить обмен хлора на фтор?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.3)**

1. Запишите схему химических превращений восстановления нитросоединений железом в присутствии электролита?
2. Запишите схему химических превращений в процессе восстановления нитросоединений сульфидом натрия.
3. Как выделяются амины из реакционной массы при восстановлении нитросоединений железом в присутствии электролита?
4. Какой восстановитель следует использовать для получения 2-амино-4-нитрофенола из 2,4-динитрофенола?
5. Составьте технологическую схему восстановления нитробензола до анилина водородом каталитическим методом.
6. Почему при восстановлении нитросоединений не всегда отдается предпочтение самому дешевому из сульфидов – сульфиду натрия?
7. Какие катализаторы и растворители используются при восстановлении нитросоединений водородом в жидкой фазе?
8. Запишите схему химических превращений при восстановлении нитробензола цинком в щелочной среде, амальгамой натрия.
9. Какие требования предъявляются к качеству железной стружки в реакциях восстановления нитросоединений в среде электролита?
10. При восстановлении азокрасителя образуется 2-амино-4-метилфенол и *n*-аминоацетанилид. Какой азокраситель был использован и какие восстановители можно применить?
11. Составьте технологическую схему восстановления нитробензола до анилина чугунной стружкой в среде электролита непрерывным методом.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.1)**

1. Перечислите способы восстановления ароматических нитросоединений.
2. Какие вещества используются в качестве восстановителей?
3. С какой целью вводится в реакционную массу электролит в процессе восстановления нитросоединений железом?

4. Какой метод восстановления является наиболее рациональным при получении анилина?
5. В чем сущность восстановления нитробензола цинком в щелочной среде? Какое образуется соединение?
6. Какое влияние оказывает минерально-кислая среда при восстановлении нитробензола металлами?
7. Как контролируется процесс восстановления ароматических нитросоединений?
8. Что такое “бензидиновая перегруппировка”? Каков механизм этого процесса?
9. Какое соединение образуется при восстановлении м-динитробензола сульфидом натрия?
10. Какие катализаторы используются при восстановлении нитросоединений в паровой фазе?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.2)**

1. Приведите условия и механизм реакции окисления изопропилбензола до фенола.
2. Приведите технологическую схему производства фталевого ангидрида.
3. Какими способами можно получать карбоновые кислоты, используя реакцию окисления?
4. Какое влияние оказывают заместители в нафталиновом кольце на направление окисления?
5. Реакции окисления ароматических соединений с изменением углеродного скелета. Получение карбоновых кислот.
6. Получение нитрилов.
7. Перечислите методы получения хинонов путем окисления. Напишите химизм этих процессов.
8. Получение гидроксисоединений из гидропероксидов. Окисление изопропилбензола.
9. Приведите примеры конденсации с участием хлористого алюминия.
10. Опишите механизм С-алкилирования галогеналкилами и этиленовыми углеводородами, а также спиртами.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.3)**

1. Реакции окисления ароматических соединений с изменением углеродного скелета. Получение гидроксисоединений.
2. Реакции дегидрирования.
3. Реакции окисления ароматических соединений без изменения углеродного скелета. Получение карбоновых кислот.
4. Какое влияние оказывают заместители в нафталиновом кольце на направление окисления?
5. Получение ароматических альдегидов.
6. Приведите технологическую схему производства фталевого ангидрида.
7. Реакции окисления ароматических соединений без изменения углеродного скелета. Получение гидроксисоединений.
8. Получение нитрилов.
9. В чем заключаются особенности С-алкилирования фенолов и аминов?
10. Карбоксилирование фенолов и нафтолов. Как влияют катион металла в феноляте и нафтоляте и температура на строение получаемых продуктов?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.1)**

1. Какие реакции называются реакциями конденсации?
2. Классифицируйте реакции конденсации.

3. Какие продукты образуются в результате конденсации ароматических аминов с альдегидами?
4. Как получается хлористый бензил?
5. Приведите примеры конденсации ароматических соединений с алифатическими кетонами.
6. Дайте сравнительную характеристику различных методов получения антрахинона методом конденсации.
7. Каким методом получается индоксил из фенилглицина?
8. Какие соединения получают в условиях циклической конденсации с потерей хлористого водорода?
9. Напишите химизм реакции и приведите условия синтеза фталоцианина меди.
10. Приведите механизм образования дифенилпропана из фенола и ацетона. Объясните роль катализатора и промотора.
11. В каких случаях в условиях хлорметилирования образуются производные диарилметана?
12. Какое мольное соотношение галогенангидрида карбоновой кислоты и катализаторов Фриделя-Крафтса используется при С-ацилировании и почему?
13. Каким путем получают различные производные 5-пиразолона?
14. Приведите схему образования бензантрона из антрахинона и глицерина.
15. Назовите реакции конденсации, которые используются при синтезе индиго из фенилглицин-о-карбоновой кислоты.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.2)**

1. Процессы взаимного превращения amino- и гидроксисоединений. Превращение аминов в гидроксисоединения. Реагенты. Механизмы реакций. Технологическая схема производства кислоты Невиль-Винтера.
2. О- и S- алкилирование гидроксисоединений и ароматических тиолов. Схемы и реагенты алкилирования.
3. Перечислите методы получения хинонов путем окисления. Напишите химизм этих процессов.
4. Перечислите технологические стадии процесса получения антрахинона из антрацена и назовите условия проведения этого процесса.
5. Назовите способы получения ароматических альдегидов. Напишите химизм этих процессов.
6. Какими способами можно получать карбоновые кислоты, используя реакцию окисления?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.3)**

1. Введение брома и фтора в ароматическое кольцо. Агенты галогенирования. Механизм реакции. Условия проведения.
2. Восстановление нитросоединений железом в среде электролита. Механизм восстановления. Практика проведения процесса. Технологическая схема получения анилина.
3. Восстановление нитросоединений металлами в щелочной среде. Практика проведения процесса. Механизм реакции. Бензидиновая перегруппировка.
4. Замена галогена в ароматических соединениях на amino- и ариланиногруппы. Аминурующие и арамилирующие агенты. Механизм реакции. Технологическая схема получения п-нитроанилина.
5. Процессы взаимного превращения amino- и гидроксисоединений. Превращение гидроксисоединений в амины. Реагенты. Механизмы реакций. Технологическая схема производства amino-Г-соли.

6. Характеристика первичных, вторичных и третичных алкилированных аминов, методы их определения. Разделение смеси аминов.