

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химической технологии им. Н.И. Ярополова»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №7 от 14 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ТЕХНОЛОГИЯ АЗОТ- И СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ»

Направление: 18.03.01 Химическая технология

Химическая технология органических веществ

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Боженков Георгий
Викторович
Дата подписания: 12.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Боженков Георгий
Викторович
Дата подписания: 17.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Дьячкова
Светлана Георгиевна
Дата подписания: 14.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Технология азот- и серосодержащих соединений» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы технологического оборудования и параметров технологических процессов производства высокомолекулярных, элементоорганических, азот- и серосодержащих соединений	ПКС-5.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-5.3	Демонстрирует знание классификации, строения, номенклатуры, методов получения и химических свойств азот- и серосодержащих соединений и применяет их для предсказания их ключевых химических свойств и области практического использования; планирует синтез азот- и серосодержащих органических соединений с заданной структурой	Знать классификацию, строение, номенклатуру, методы получения и химических свойств азот- и серосодержащих соединений Уметь предсказывать ключевые химические свойств и области практического использования азот- и серосодержащих соединений, исходя из их структуры Владеть методами синтеза азот- и серосодержащих органических соединений с заданной структурой

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Технология азот- и серосодержащих соединений» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Органическая химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Технология химико-фармацевтических препаратов», «Химическая технология топлив и углеродных материалов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	44	44
лекции	22	22

лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	22	22
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	64	64
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 8

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Технология органических соединений двухвалентной серы	1	4			1, 2	4	2	4	Собеседование
2	Органические соединения окисленной серы	2	2			3, 4, 5	6	2	4	Собеседование
3	Серосодержащие гетероциклы	3	2			6	2	1, 2	16	Реферат
4	Органические производные аммиака	4	4					2	4	Собеседование
5	Функциональнозамещенные органические амины	5	4			7, 8	4	1, 2	16	Реферат
6	Органические производные азотной кислоты.	6	2			10, 11	4	2	4	Собеседование
7	Азотсодержащие гетероциклы	7	4			9	2	1, 2	16	Реферат
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		22				22		100	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Технология органических соединений двухвалентной серы	Тиолы. Промышленные и лабораторные способы получения тиолов. Реакция S-алкилирования. Присоединение сероводорода в олефинам. Промышленно доступные тиолы. Алкил-,

		додецилмеркаптаны. Области применения меркаптанов. Органические сульфиды. Способы получения. Использование в тонком органическом синтезе. Представители. Дивинилсульфид, тиодигликоль, иприт, метил метионин. Технологическая схема получения тиодигликоля. Органические полисульфиды. Тиоколы. Сернистые соединения нефти. Содержание в различных фракциях. Основные классы сероорганических соединений, присутствующие в нефтях, их свойства, поведение в условиях ректификации и крекинга. Диалкилсульфиды, тиацикланы, тиофены. Удаление из нефтепродуктов сероорганических соединений. Гидроочистка.
2	Органические соединения окисленной серы	Сульфоны и сульфоксиды. Получение. Применение. Технология получения диметилсульфоксида. Сульфамидные препараты Стрептоцид. Уросульфан. Альбуцид. Сульфатиазол и др. Процессы сульфатирования. Сульфатирование спиртов и олефинов. Химия и теоретические основы. Технология сульфатирования Сульфатирование спиртов хлорсульфоновой, сульфаминовой кислотами, серным ангидридом. Технология получения моющего средства на основе алкилсульфата. Процессы сульфирования. Сульфирование олефинов и ароматических соединений. Химия и научные основы реакции сульфирования. Технология сульфирования. Сульфирование серной кислотой, олеумом и серным ангидридом. Технология ПАВ типа алкен и аренсульфонатов. Сульфохлорирование и сульфоокисление парафинов. Химия и технология.
3	Серосодержащие гетероциклы	Номенклатура. Основные представители. Фармакофорные серосодержащие гетероциклы. Тиофен и его производные. Свойства. Нахождение в природе. Промышленные способы получения. Технология. Выделение тиофенов из каменноугольных и сланцевых смол. Применение тиофена в синтезе органических веществ. Тиазолы. Изотиазол. Свойства. Практическое значение производных тиазола и изотиазола в синтезе лекарственных веществ. Тиадиазолы
4	Органические производные аммиака	Амины. Свойства, способы получения. Промышленные методы получения аминов. Реакция N-алкопирования. Химия и технология процесса. Четвертичные аммониевые основания. Получение, применение. Синтез аминов из спиртов. Технология синтеза метиламинов Гидрирование азотсодержащих

		соединений. Гидроаммонолиз карбоновых кислот и карбонильных соединений. Гидрирование нитрилов. Гидрирование нитросоединений алифатического и ароматического ряда. Технология газофазного и жидкофазного гидрирования. Нитрилы. Методы получения. Окислительный аммонолиз углеводородов, окислительный аммонолиз метилбензолов. Применение нитрилов в основном и тонком органическом синтезе
5	Функциональнозамещенные органические амины	Аминокислоты. Свойства. Способы получения (аминирование галоидзамещенных карбоновых кислот, методы Габриэля, Штреккера, Зелинского, алкилирование N-замещенных аминмалоновых эфиров, гидролиз белков). Биологическая роль аминокислот. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Аминоспирты. Представители. Технология и применение, биологическая активность. Препараты медицинского и сельскохозяйственного назначения, содержащие аминспиртовую группировку. Адреналин, норадреналин, этамбутол, анаприлин. бэта-Галогенамины. Ароматические амины, аминфенолы, аминсалициловая кислота.
6	Органические производные азотной кислоты.	Нитрование органических соединений. Нитрование ароматических соединений. Технологическая схема получения нитробензолов. Нитрование парафинов. Этиленмин и его производные, методы получения, использование, токсичность.
7	Азотсодержащие гетероциклы	Пиррол. Промышленные и лабораторные методы получения. Химические свойства, ароматичность. Роль производных пиррола в обменных биохимических процессах. Пиррол в синтезе биологически активных препаратов. Пиридин. Свойства. Промышленный синтез пиридина и его производных. Технология, Пиридинкарбоновые кислоты. Биологически активные производные пиридина. Полигетероатомные циклы. Имидазол. Бензимидазол. Пиразол, Пиримидин. Пиперазин. Оксазол. Тиразин. Азотсодержащие гетероциклы в природных соединениях.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических
---	---	----------------------

		часов
1	Газификация низкосортных сернистых углей. Производство заменителей природного газа. Газификация с целью получения синтез газа	2
2	Сернистые соединения нефтей	2
3	Сульфоксиды и сульфоны	2
4	Технология сероорганических кислородных кислот и их производных	2
5	Сульфоокислоты и их производные. Промышленные способы получения	2
6	Серосодержащие гетероциклы	2
7	Получение аминов из спиртов	2
8	Функциональнозамещенные амины. Применение 1,2-аминоспиртов	2
9	Азотсодержащие основания в реакциях с карбонильными соединениями	2
10	Реакции нитрования, нитрозирования	2
11	Восстановление нитросоединений	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	36
2	Подготовка к зачёту	28

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Кейс-технологии

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1.Дьячкова С. Г. Химия и технология сероорганических соединений : учебное пособие / С. Г. Дьячкова, 2006. - 64.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Описание процедуры:

При написании реферата студент должен знать основной лекционный курс по данному разделу. Уметь находить по библиотечным каталогам, реферативным журналам, в сети интернет и систематизировать информацию. Отталкиваясь от конспекта лекций, в которых дается основополагающий и формирующий основные знания по данному разделу дисциплины материал, студент

а) осуществляет поиск литературы в библиотеках и в сети интернет

б) конспектирует и систематизирует найденную информацию

в) пишет реферат

г) делает доклад (время доклада 15-20 мин).

д) сдает текст реферата преподавателю в форме «твердой» копии или в электронном

варианте.

Рекомендуемые темы рефератов и литература:

- Тема (раздел) Сульфамидные препараты

7

При написании реферата на эту тему студент должен ознакомиться и осветить следующие вопросы: история создания сульфамидных препаратов, методы получения сульфамидных препаратов Применение в органическом синтезе, медицине. Представители.

- Тема (раздел) Алкалоиды

При написании реферата на эту тему студент должен ознакомиться и осветить следующие вопросы: Нахождение алкалоидов в природе. Фармакологические свойства алкалоидов. Наиболее важные представители. Промышленно доступные алкалоиды. Технологические способы получения алкалоидов.

- Тема (раздел). Азотсодержащие гетероциклы, как фармакофорные структурные фрагменты в биологически активных препаратах

При написании реферата на эту тему студент должен ознакомиться и осветить следующие вопросы: Номенклатура и характерные представители азотсодержащих гетероциклов. Строение и природа связей в этих соединениях. Свойства. Применение и технология получения.

- Тема (раздел). Аминокислоты

При написании реферата на эту тему студент должен ознакомиться и осветить следующие вопросы: Строение и природа связи в аминокислотах. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Нахождение в природе. Лабораторные и промышленные способы получения. Изомерия. Биологически активные изомеры. Свойства аминокислот.

- Тема (раздел). Биологически активные сульфиды

При написании реферата на эту тему студент должен ознакомиться и осветить следующие вопросы: Лабораторные и промышленные способы получения органических сульфидов. Биологически активные сульфиды природного и синтетического происхождения. Применение в медицине, сельском хозяйстве, др. областях науки и производства.

Рекомендуемая литература

1. Реферативные журналы "Химия".
2. Журнал "Успехи химии".
3. www.chem.isu.ru/leos Сайт «Химический ускоритель химфака ИГУ»
4. Общая органическая химия. Под ред Н.К.Кочеткова.- М.: Химия, 1984. Т. 6. 543 с.
5. Общая органическая химия. Под ред Н.К.Кочеткова.- М.: Химия, 1984. Т. 7. 470 с.
6. А. Терней. Современная органическая химия. Под ред. Н. Н. Суворова.- М.: Мир, 1981. Т. 1, 2.
7. Евстигнеева Р.П. Тонкий органический синтез.-М.: Химия, 1991. 183с
8. Шелдон Р.А. Химические продукты на основе синтез-газа.-М.: Химия, 1987. 248с.
9. Химия нефти и газа Под ред В.А.Проскурякова. - Л. Химия, 1989. 435 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 8 | Собеседование

Описание процедуры.

Описание процедуры: Проводится в форме коллоквиума, во время которого обучающиеся должны ответить на контрольные вопросы.

Критерии оценивания.

Оценка "отлично" ставится студенту, обнаружившему всестороннее, систематическое и достаточно глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой.

Оценка "хорошо" ставится студенту, обнаружившему достаточно полное знание материала, успешно выполняющему предусмотренные программой задания.

11

Оценка "удовлетворительно" ставится студенту, обнаружившему знание основного материала, в целом справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой.

Оценка "неудовлетворительно" ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

6.1.2 семестр 8 | Реферат

Описание процедуры.

Проводится в форме коллоквиума, во время которого обучающиеся должны ответить на контрольные вопросы.

Критерии оценивания.

Оценка "отлично" ставится студенту, обнаружившему всестороннее, систематическое и достаточно глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой.

Оценка "хорошо" ставится студенту, обнаружившему достаточно полное знание материала, успешно выполняющему предусмотренные программой задания.

11

Оценка "удовлетворительно" ставится студенту, обнаружившему знание основного материала, в целом справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой.

Оценка "неудовлетворительно" ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-5.3	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал свободно справляется с заданием, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.	экзамен

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Проводится в форме коллоквиума, во время которого обучающиеся должны ответить на контрольные вопросы

Пример задания:

1. Промышленные и лабораторные способы получения тиолов.
2. Реакция S-алкилирования.
3. Присоединение сероводорода в олефинам.
4. Промышленно доступные тиолы. Области применения меркаптанов.
5. Органические сульфиды. Способы получения. Использование в тонком органическом синтезе. Представители. Дивинилсульфид, тиодигликоль, иприт, метилметионин.
6. Технологическая схема получения тиодигликоля. Органические полисульфиды. Тиоколы.
7. Сернистые соединения нефти, их свойства, поведение в условиях ректификации и крекинга. Диалкилсульфиды, тиацикланы, тиофены.
8. Удаление из нефтепродуктов сероорганических соединений. Гидроочистка.
9. Сульфоны и сульфоксиды. Получение. Применение. Технология получения диметилсульфоксида.
10. Сульфамидные препараты. Стрептоцид. Уросульфан. Альбуцид. Сульфатиазол.
11. Сульфатирование спиртов и олефинов. Химия и теоретические основы. Технология сульфатирования.
12. Сульфатирование спиртов хлорсульфоновой, сульфаминовой кислотами, серным ангидридом. Технология получения моющего средства на основе алкилсульфата.
13. Сульфирование олефинов и ароматических соединений. Химия и научные основы реакции сульфирования. Технология сульфирования.
14. Сульфирование серной кислотой, олеумом и серным ангидридом. Технология ПАВ типа алкен и аренсульфонатов.
15. Сульфохлорирование и сульфоокисление парафинов. Химия и технология.
16. Тиофен и его производные. Свойства. Нахождение в природе. Промышленные способы получения. Технология. Выделение тиофенов из каменноугольных и сланцевых смол. Применение тиофена в синтезе органических веществ.
17. Тиазолы. Изотиазол. Свойства. Практическое значение производных тиазола и изотиазола в синтезе лекарственных веществ. Тиadiaзолы.
18. Амины. Свойства, способы получения. Промышленные методы получения аминов.
19. Реакция N-алкилирования. Химия и технология процесса.
20. Четвертичные аммониевые основания. Получение, применение.
21. Синтез аминов из спиртов. Технология синтеза метиламинов.
22. Гидроаммонолиз карбоновых кислот и карбонильных соединений. Гидрирование нитрилов.
23. Гидрирование нитросоединений алифатического и ароматического ряда.
24. Технология газофазного гидрирования.
25. Технология жидкофазного гидрирования.
26. Нитрилы. Методы получения. Применение нитрилов в основном и тонком органическом синтез.
27. Окислительный аммонолиз углеводородов, окислительный аммонолиз метилбензолов.
28. Аминокислоты. Свойства. Биологическая роль аминокислот. Заменяемые и

незаменимые аминокислоты.

29. Способы получения аминокислот (аминирование галоидзамещенных карбоновых кислот, методы Габриэля, Штреккера, Зелинского, алкилирование N-замещенных аминомалоновых эфиров, гидролиз белков).

30. Аминоспирты. Представители. Технология и применение, биологическая активность. Препараты медицинского и сельскохозяйственного назначения, содержащие аминоспиртовую группировку. Адреналин, норадреналин, этамбутол, анаприлин.

31. β -Галогенамины.

32. Ароматические амины, аминифенолы, аминосалициловая кислота.

33. Нитрование органических соединений. Нитрование ароматических соединений. Технологическая схема получения нитробензолов.

34. Нитрование парафинов. Этиленимин и его производные, методы получения, использование, токсичность.

35. Пиррол. Промышленные и лабораторные методы получения. Химические свойства. Роль производных пиррола в обменных биохимических процессах и в синтезе биологически активных препаратов.

36. Пиридин. Свойства. Промышленный синтез пиридина и его производных.

Пиридинкарбоновые кислоты. Биологически активные производные пиридина.

37. Полигетероатомные циклы. Имидазол. Бензимидазол. Пиразол, Пиримидин.

Пиперазин. Оксазол. Тиразин. Азотсодержащие гетероциклы в природных соединениях.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
ставится студенту, обнаружившему всестороннее, систематическое и достаточно глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой	ставится студенту, обнаружившему достаточно полное знание материала, успешно выполняющему предусмотренные программой задания	ставится студенту, обнаружившему знание основного материала, в целом справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой	ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий

7 Основная учебная литература

1. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза : учебник для химико-технологических специальностей вузов / Н. Н. Лебедев, 1988. - 588.

2. Дьячкова С. Г. Химия и технология сероорганических соединений : учебное пособие / С. Г. Дьячкова, 2006. - 64.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза : учебник для вузов / Н. Н. Лебедев, 1988. - 588, [2].

2. Дьячкова С. Г. Химия и технология органических веществ. Процессы алкилирования и арилирования : учебное пособие / С. Г. Дьячкова, 2006. - 71.

3. Дьячкова С. Г. Химия и технология сероорганических соединений : учебное пособие / С. Г. Дьячкова, 2006. - 64.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины