

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
декан естественно-
географического факультета



С.В. Жеглов
«31» августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Каталитические реакции в органическом синтезе

Уровень основной профессиональной образовательной программы
магистратура

Направление подготовки 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) Органическая химия

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП Нормативный, 2 года

Факультет (институт) естественно-географический

Кафедра химии

Рязань, 2020

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины Каталитические реакции в органическом синтезе является изучение современных теоретических представлений и экспериментальных методов в области применения каталитических методов в органической химии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Дисциплина Каталитические реакции в органическом синтезе относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

2.2. Для изучения данной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины: Органическая химия уровня образования бакалавриат или специалитет.

2.3. Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной: служит информационной и методологической основой при изучении специальных дисциплин и подготовке магистерской диссертации.

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных (ПК) компетенций:

| № п/п | Код и содержание компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
|-------|---|--|--|--|---|
| | | | Знать | Уметь | Владеть (навыками) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | 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-1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий | феноменологию катализа (типы катализаторов и каталитических процессов, их характеристики), теоретические представления в области катализа (природа каталитического действия, механизмы каталитических реакций) | собирать и анализировать научную, технологическую и статистическую информацию; планировать научные исследования в области катализа, обрабатывать экспериментальные данные, подготавливать публикации статьи и тезисы докладов. | современными методами экспериментальных исследований в области катализа, методами синтеза и анализа катализаторов, методами математической статистики и математического моделирования, информационными технологиями, в т.ч. методами работы с компьютером и электронными базами данных. |

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | | | |
|--|-------------|----------|-------|-------|-------|
| | | 3 | № | № | № |
| | | часов | Часов | часов | часов |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) | 30 | 30 | | - | - |
| В том числе: | | | | | |
| Лекции (Л) | 10 | 10 | | | |
| Практические занятия (ПЗ), Семинары (С) | | | | | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 20 | 20 | | | |
| Иные виды занятий | | | | | |
| 2. Самостоятельная работа студента (всего) | 78 | 78 | | | |
| 3. Курсовая работа (при наличии) | КП | | | | |
| | КР | | | | |
| Вид промежуточной аттестации | зачет (З), | 3 | 3 | | |
| | экзамен (Э) | | | | |
| | | | | | |
| ИТОГО: общая трудоемкость | часов | 108 | 108 | | |
| | зач. ед. | | | | |
| | | | | | |

При реализации дисциплины с применением (частичным применением) дистанционных образовательных технологий используются:

- вебинарная платформа Zoom (договор б/н от 10.10.2020г.);
 - набор веб-сервисов MS office365 (бесплатное ПО для учебных заведений <https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office>);
- система электронного обучения Moodle (свободно распространяемое ПО).

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)

| № семестра | № раздела | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Содержание раздела в дидактических единицах |
|------------|-----------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | 1 | Феноменология катализа | Внешние проявления каталитических эффектов в области стехиометрии и механизма, энергетических эффектов и кинетике химических превращений. Условия проявления каталитических эффектов. Ограничения явления катализа. |
| | 2 | Методы описания катализаторов и каталитических реакций | Формальные методы описания катализаторов и каталитических реакций. Схемы каталитических реакций. Каталитические циклы. Каталитическая активность и способы ее количественного выражения. Методы измерения активности. Избирательность и специфичность катализаторов, их типы и методы |

| | | |
|---|-----------------------------------|--|
| | | <p>количественного выражения.</p> <p>Селективность каталитических реакций и селективность катализаторов, их типы и методы количественного выражения. Методы глобального описания: оператор эволюции и релаксационное уравнение. Спектр релаксации. Элементарные релаксаторы.</p> |
| 3 | Теоретические модели катализа | <p>Локальные и глобальные подходы к задаче описания каталитических явлений.</p> <p>Сравнительный анализ их особенностей, преимуществ и недостатков.</p> <p>Химические теории катализа. Химическое взаимодействие «субстрат – катализатор», его особенности. Активные центры катализатора, их типы и строение. Каталитические комплексы, их типы, особенности химических связей в каталитических комплексах.</p> <p>Принципы соответствия: электронного, энергетического и геометрического.</p> <p>Физические теории катализа. Энергетическое взаимодействие «субстрат – катализатор». Деформационный и резонансный типы каталитического действия. Проблема энергетической регенерации катализатора. Рекуперация энергии в каталитических реакциях.</p> <p>Квантово-механическая точка зрения на катализ. Адиабатические и неадиабатические процессы. Разрешенные и запрещенные элементарные химические акты. Правила отбора в синхронных реакциях (симметрия и законы сохранения). Методы снятия запретов. Катализ как релаксационное явление. Релаксация неравновесных систем. Динамические режимы и переходы между ними: критический характер, влияние внешних и внутренних факторов.</p> <p>Теория катализаторов. Корреляции каталитических свойств веществ с их химическим составом и строением. Методы рационального подбора катализаторов.</p> |
| 4 | Методы исследования катализаторов | <p>Химический анализ молекулярных и каркасных катализаторов. Методы исследования поверхности гетерогенных катализаторов: измерение площади поверхности, измерение поровой структуры, определение кислотно-основных свойств поверхности, определение окислительно-восстановительных свойств поверхности. Инструментальные методы исследования гетерогенных катализаторов: ИК- и УФ-спектроскопия, рентгеновская спектроскопия, фотоэлектронная спектроскопия, электронно-микроскопические методы.</p> |
| 5 | Гетерогенный катализ | <p>Гетерогенный катализ и его основные особенности (многофазность и наличие межфазных границ, градиенты концентрации и температуры, процессы переноса вещества и энергии). Типы гетерогенных катализаторов, их особенности. Химический состав (металлы и сплавы, бинарные соединения, сложные соединения, смеси и композиции), физическое строение (тип каркаса или решетки,</p> |

| | | | |
|---|--------------------|--|---|
| | | | <p>пористость, величина, строение и текстура поверхности, дефекты состава и структуры), геометрия (межатомные расстояния, тип кристаллической ячейки, размеры и форма кристаллитов, зерен, пор, глобул), электронно-энергетические характеристики (проводники, полупроводники и изоляторы, энергия выхода электронов, теплопроводность, поверхностная энергия, наличие неравновесных и метастабильных структур).</p> <p>Методы приготовления гетерогенных катализаторов. Химический синтез, введение добавок (промоторы, активаторы, сокатализаторы, протекторы), формирование физической структуры, тренировка. Эволюция гетерогенных катализаторов в ходе реакции: явления отравления и разработки, их причины, методы стабилизации и регенерации гетерогенных катализаторов.</p> <p>Основные стадии гетерогенно-каталитической реакции: диффузия (типы диффузии, кинетические области и кривая Зельдовича, переходы между кинетическими и диффузионными областями), адсорбция (адсорбционно-десорбционное равновесие, его параметры — адсорбционные коэффициенты, теплота адсорбции и др., физическая и химическая адсорбция, конкурентная адсорбция, адсорбированное состояние вещества и его реакционная способность), химические превращения на поверхности (латеральная диффузия и столкновения, типы кинетических механизмов на поверхности, ударные механизмы), принципы соответствия в гетерогенном катализе.</p> <p>Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Статические и проточные установки.</p> <p>Особенности кинетики в статических установках, учет перемешивания. Особенности кинетики в проточных системах. Кинетические режимы. Стационарные и нестационарные режимы, автоколебания.</p> |
| 6 | Гомогенный катализ | | <p>Гомогенный катализ и его основные особенности. Гомогенные каталитические системы. Гомогенные катализаторы, их типы и строение. Молекулярный характер гомогенных катализаторов. Газофазный гомогенный катализ. Газообразные системы и каталитические реакции. Примеры газофазного катализа. Механизм каталитического действия. Жидкофазный гомогенный катализ. Кислотно-основный катализ в растворах.</p> <p>Катализаторы, природа каталитического действия. Типы химических реакций. Примеры каталитических процессов. Металлокомплексный катализ. Комплексы переходных металлов, особенности их состава и строения. Стадии каталитического процесса с участием КПМ, каталитические циклы. Принципы соответствия в металлокомплексном катализе. Примеры реакций: гидрирование, окисление, гидроформилирование, изомеризация.</p> <p>Гетерогенный металлокомплексный катализ. Гетерогенизация КПМ на твердых носителях. Способы гетерогенизации. Основные особенности строения и</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>каталитического действия гетерогенизированных КПМ.</p> <p>Ферментативный катализ. Строение молекул фермента. Особенности взаимодействия в каталитическом комплексе «субстрат — фермент». Основные особенности кинетики ферментативных реакций. Иммунизация ферментов.</p> <p>Мицеллярный катализ. Поверхностно-активные вещества. Мицеллообразование в водных и органических средах. Распределение реагентов в мицеллярном растворе. Природа каталитического эффекта. Области применения мицеллярного катализа.</p> <p>Межфазный катализ. Особенности химических реакций в многофазных системах.</p> <p>Процессы переноса через поверхности раздела фаз. Катализаторы-переносчики, механизм их действия.</p> |
|--|--|---|

2.2. Перечень лабораторных работ (при наличии), примерная тематика курсовых работ (при наличии)

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Самостоятельная работа осуществляется в объеме 78 часов. Видами СРС является подготовка к собеседованию.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (см. Фонд оценочных средств)

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине (модулю) (при необходимости).

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Основная литература

| № п/п | Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год |
|-------|---|
| 1 | 2 |
| 1. | Смит, В.А. Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Смит, А.Д. Дильман. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 753 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/66366 . — Загл. с экрана. |
| 2. | Органическая химия [Текст] : учебник: в 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - Москва : Бинум, 2004. |

5.2. Дополнительная литература

| № п/п | Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год |
|-------|---|
| 1 | 2 |
| 1 | Органическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.Б. Березин [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 240 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/44754 . — Загл. с экрана. |
| 2 | Сборник задач по органической химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Я. Денисов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 544 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/45971 . — Загл. с экрана. |
| 3 | Практикум по органической химии [Текст] : учебное пособие / В.Г.Иванов, О.Н.Гева, Ю.Г.Гаверова. - М. : Академия, 2000. - 288 с. |
| 4 | Органическая химия [Текст] : задачник / РГУ имени С. А. Есенина; [авт.-сост. С. В. Жеглов, Т. В. Филиппова]. - Рязань : РГУ, 2015. - 76 с. |

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. — Доступ зарегистрированным пользователям по паролю. — Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 20.01.2020).
2. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. — Доступ к полным текстам по паролю. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.01.2020).
3. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. — Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 20.01.2020).
4. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. — Доступ к полным текстам по паролю. — Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.01.2020).

5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. ChemNet. Россия [Электронный ресурс] : химическая информационная сеть. — Режим доступа: www.chemnet.ru, свободный (дата обращения: 20.01.2020).
2. ChemPort.Ru [Электронный ресурс] : портал. — Режим доступа: www.chemport.ru, свободный (дата обращения: 20.01.2020)
3. ABC Chemistry [Электронный ресурс] : бесплатный полнотекстовый каталог журналов по химии. — Режим доступа: <http://abc-chemistry.org/index.html>, свободный (дата обращения: 20.01.2020).
4. ChemSpider [Электронный ресурс] : база данных химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании. — Режим доступа: <http://www.chemspider.com/>, свободный (дата обращения: 20.01.2020).

5.5. Периодические издания

1. Журнал органической химии, ИКЦ «Академкнига»
2. Журнал Биоорганическая химия, ИКЦ «Академкнига»
3. Журнал Кинетика и катализ, ИКЦ «Академкнига»
4. Журнал Координационная химия, ИКЦ «Академкнига»

5. Журнал Известия академии наук. Серия химическая.
6. Журнал Успехи химии.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Стандартно оборудованные аудитории для проведения интерактивных лекций и практических занятий: видеопроектор, экран настенный, др. оборудование.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
|-----------------------|--|
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др. |
| Практические занятия | Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.), прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решений задач по алгоритму и др. |
| Коллоквиум | Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др. |
| Подготовка к экзамену | При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. |

8. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА:

| Название ПО | № лицензии |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Операционная система WindowsPro | Договор №65/2019 от 02.10.2019 |
| Антивирус Kaspersky Endpoint Security | Договор № 14-ЗК-2020 от 06.07.2020г. |
| Офисное приложение Libre Office | Свободно распространяемое ПО |

| | |
|--|------------------------------|
| Архиватор 7-zip | Свободно распространяемое ПО |
| Браузер изображений Fast Stone ImageViewer | Свободно распространяемое ПО |
| PDF ридер Foxit Reader | Свободно распространяемое ПО |
| Медиа проигрыватель VLC mediaplayer | Свободно распространяемое ПО |
| Запись дисков Image Burn | Свободно распространяемое ПО |
| DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in | Свободно распространяемое ПО |

При реализации дисциплины с применением (частичным применением) дистанционных образовательных технологий используются:

- вебинарная платформа Zoom (договор б/н от 10.10.2020г.);
 - набор веб-сервисов MS office365 (бесплатное ПО для учебных заведений <https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office>);
- система электронного обучения Moodle (свободно распространяемое ПО).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
декан естественно-
географического факультета



С.В. Жеглов
«31» августа 2020 г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Каталитические реакции в органическом синтезе

Направление подготовки
04.04.01 Химия

Направленность (профиль)
Органическая химия

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины Каталитические реакции в органическом синтезе является изучение современных теоретических представлений и экспериментальных методов в области применения каталитических методов в органической химии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

Дисциплина Каталитические реакции в органическом синтезе относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплина изучается на 2 курсе (3 семестр).

3. Трудоемкость дисциплины: 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы и индикаторами достижения компетенций:

| № п/п | Код и содержание компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
|-------|---|--|--|--|--|
| | | | Знать | Уметь | Владеть (навыками) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных химией наук | ПК-1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий | основы современных теорий области органической химии способы применения решения теоретических и практических задач методы планирования многостадийных синтезов | оценивать анализировать свойства органических соединений и сопоставлении их строением осуществлять планирование синтеза сложных органических соединений, находить оптимальные пути синтеза | иметодами оценки реакционной способности соединений. с навыками осуществления синтеза органических соединений заданного строения |

5. Форма промежуточной аттестации и семестр (ы) прохождения

Зачет (3 семестр).

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.