МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет**

**им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| Химический факультет |

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ

протокол от

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **Металлокомплексный катализ** |

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **Специалитет** |

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»** |

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **Органическая химия** |

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очная** |

Нижний Новгород

2020 год

**Лист актуализации**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
|  |  |  |
|  | | | |
|  |  |  |
|  | | | |
|  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | |
|  |  |  |
| Председатель МК | |  | |
| \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. | | | |
|  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры | | | |
| **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** | | | |
|  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой А.Ю. Фёдоров | | |
|  |  |  |
|  | | | |
|  |  |  |
|  | | | |
|  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | |
|  |  |  |
| Председатель МК | |  | |
| \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. | | | |
|  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры | | | |
| **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** | | | |
|  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_ | | |
|  |  |  |
|  | | | |
|  |  |  |
|  | | | |
|  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | |
|  |  |  |
| Председатель МК | |  | |
| \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. | | | |
|  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры | | | |
| **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** | | | |
|  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_ | | |
|  |  |  |
|  | | | |
|  |  |  |
|  | | | |
|  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | |
|  |  |  |
| Председатель МК | |  | |
| \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. | | | |
|  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | |
| **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** | | | |
|  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_ | | |

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Металлокомплексный катализ» относится к вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (Б1.В.03.ДВ.04.02), является дисциплиной по выбору для освоения студентами очной формы обучения на четвертом году обучения в 8 семестре.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Физика», «Математика», «Физическая химия», «Органическая химия», **«**Химия элементоорганических соединений». Дисциплина «Металлокомплексный катализ» является основой для изучения таких областей знания как материаловедение, синтез природных соединений, производство полимеров.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Формируемые компетенции** (код, содержание компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции** | | **Наименование оценочного средства** |
| **Индикатор достижения компетенции**  (код, содержание индикатора) | **Результаты обучения**  **по дисциплине** |
| **ПК-1-н**. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области органической химии, и/или смежных с химией науках | **ПК-1-н-1.** Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий  **ПК-1-н-2.** Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов | *Знать* методики математического моделирования, используемые для анализа свойств органических соединений с использованием концепции «структура-свойства».  *Владеть* подходами, позволяющими предсказывать направления реакций в современных синтезах и описывать механизмы основных типов каталитических превращений.  *Уметь* подбирать оптимальные условия синтеза органических соединений с заданными свойствами, основываясь на зависимости свойств веществ от их строения. | Устный опрос, экзамен |
| **ПК-2-н.** Способен проводить информационные исследования в области органической химии и/или смежных с химией науках | **ПК-2-н-1.** Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных  **ПК-2-н-2.** Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области органической химии и/или смежных с химией науках | *Знать* о главных задачах и классификации каталитических реакций; о механизмах каталитических процессов; о принципах и приемах современного каталитического органического синтеза.  *Владеть* навыкамисоставления схем и механизмов каталитических реакций; прогнозирования физических и химических свойств веществ; планирования синтеза органических соединений.  *Уметь* анализировать зависимость свойств катализаторов от их строения; прогнозировать активность катализаторов в синтезе различных классов органических веществ; планировать синтез разнообразных функциональных производных, основываясь на анализе литературных данных. | Устный опрос, экзамен |
| **ПК-3-н**. Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области органической химии и/или смежных с химией науках | **ПК-3-н-1.** Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными  **ПК-3-н-2.** Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов | *Знать* основные закономерности и механизмы протекания гомогенных каталитических процессов.  *Владеть* подходами, позволяющими предсказывать направления гомогенных каталитических реакций в современных синтезах.  *Уметь* подбирать оптимальные условия синтеза целевых соединений. | Устный опрос, экзамен |
| **ПК-1-т.** Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР в области органической химии | **ПК-1-т-1.** Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР  **ПК-1-т-2.** Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР  **ПК-1-т-3.** Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР  **ПК-1-т-4.** Проводит испытания инновационной продукции | *Знать* о важнейших принципах и приемах современного каталитического органического синтеза.  *Владеть* навыкамипланирования синтеза веществ с заданными свойствами; прогнозирования физических и химических свойств продуктов реакций.  *Уметь* прогнозировать активность гомогенных катализаторов в синтезе различных классов органических веществ; планировать синтез требуемых функциональных производных. | Устный опрос, экзамен |

**3. Структура и содержание дисциплины**

**3.1 Трудоемкость дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **очная форма**  **обучения** |
| **Общая трудоемкость** | **9 ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану** | **324** |
| **в том числе** |  |
| **аудиторные занятия (контактная**  **работа):**  **- занятия лекционного типа**  **- занятия семинарского типа**  **- лабораторные занятия** | **64**  **66**  **96** |
| **самостоятельная работа** | **62** |
| **Промежуточная аттестация –**  **экзамен** | **36** |

**3.2. Содержание дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины** | **Всего**  **(часы)** | | | в том числе | | | | | | | | | | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | | | | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** | | |
| **Занятия лекционного**  **типа** | | | **Занятия семинарского**  **типа** | | | **Занятия лабораторного**  **типа** | | | **Всего** | | |
| Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная |
| Раздел 1.  Введение. Основные понятия каталитических процессов | 18 |  |  | 6 |  |  | 8 |  |  | 24 |  |  | 38 |  |  | 8 |  |  |
| Раздел 2.  Энантиоселективный синтез | 55 |  |  | 8 |  |  | 8 |  |  | 10 |  |  | 26 |  |  | 8 |  |  |
| Раздел 3.  Реакции C-H активации | 49 |  |  | 18 |  |  | 18 |  |  | 20 |  |  | 56 |  |  | 16 |  |  |
| Раздел 4.  Органокатализ | 22 |  |  | 18 |  |  | 18 |  |  | 22 |  |  | 58 |  |  | 16 |  |  |
| Раздел 5.  Перициклические реакции |  |  |  | 14 |  |  | 14 |  |  | 20 |  |  | 48 |  |  | 14 |  |  |
| **Промежуточная аттестация –**  **Экзамен** | 36 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого | 324 |  |  | 64 |  |  | 66 |  |  | 96 |  |  | 226 |  |  | 62 |  |  |

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, устных опросов, групповых и индивидуальных консультаций*.*

Промежуточная аттестация проходит в форме **экзамена**.

**Содержание разделов дисциплины**

# *Введение. Основные понятия каталитических процессов.*

Роль катализа в органическом синтезе. Концепция экономии атомов. Типы катализаторов, применяемых в органическом синтезе. Виды катализа: гомогенный и гетерогенный катализ. Классификация катализа по химической природе катализатора: кислотно-основной катализ, металлокомплексный катализ, ферментативный катализ, органокатализ.

1. ***Энантиоселективный синтез.***

Способы разделения энантиомеров. Основные подходы к асимметрическому синтезу. Примеры асимметрических реакций. Энантиоселективные реакции окисления **(**эпоксидирование, дигидроксилирование, аминогидроксилирование). Энантиоселективные реакции метатезиса алкенов. Энантиоселективные реакции кросс-сочетания (реакция Хека, кросс-сочетание с использованием элементоорганических соединений).

1. ***Реакции C-H активации.***

Способы образования связи углерод-углерод. Реакция прямого арилирования. Механизмы реакции С-Н активации. Контроль региоселективности реакции прямого арилирования. Прямое окислительное кросс-сочетание неактивированных аренов. Механизм прямого окислительного кросс-сочетания. Реакции каталитической С-Н функционализации. Механизм С-Н функционализации. Образование связей углерод-кислород, углерод-галоген, углерод-азот, углерод-сера.

1. ***Органокатализ.***

Определение органокатализа. Основные классы органокатализаторов. Классификация реакций, катализируемых органокатализаторами (катализ кислотами и основаниями Бренстеда, катализ кислотами и основаниями Льюиса). Основные реакции, катализируемые органокатализаторами (аллильное алкилирование; окисление и восстановление; реакция Байлиса-Хиллмана; реакция Манниха; альдольные реакции; реакция Дильса-Альдера; присоединение по Михаэлю; азаеновые реакции; реакции раскрытия цикла).

1. ***Перициклические реакции.***

Классификация перициклических реакций (циклоприсоединение, сигматропные перегруппировки, электроциклические реакции). Теория граничных орбиталей. Правила Вудворда-Гоффмана. Реакция Дильса-Альдера (механизм, стереохимия). Циклоприсоединение диена и триена. 1,3-Диполярное циклоприсоединение. Реакции фотохимического и термического [2+2] циклоприсоединения. Реакции [2+1] циклоприсоединения.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устному опросу и экзамену.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится **устный опрос**.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена.**

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю**),

включающий:

* 1. **Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)** | **Шкала оценивания сформированности компетенций** | | | | | | |
| **плохо** | **неудовлетворительно** | **удовлетворительно** | **хорошо** | **очень хорошо** | **отлично** | **превосходно** |
| Не зачтено | | зачтено | | | | |
| Знания | Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| Умения | Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения,решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном  объеме без недочетов |
| Навыки | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный  набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы навыки  при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

**Шкала оценки при промежуточной аттестации**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оценка** | | **Уровень подготовки** |
| зачтено | Превосходно | Все компетенции, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| Отлично | Все компетенции, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| Очень хорошо | Все компетенции, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| Хорошо | Все компетенции, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» |
| Удовлетворительно | Все компетенции, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | Неудовлетворитель-  но | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| Плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний, умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- ***устные ответы на вопросы при фронтальном опросе*** на семинарских занятиях;

- ***письменный экзамен***.

* + 1. **Контрольные вопросы**

***Перечень примерных вопросов для проведения устного опроса***

|  |  |
| --- | --- |
| ***Вопросы*** | ***Код формируемой компетенции*** |
| 1. Дайте определение металлокомплексному катализу? 2. Расскажите о достоинствах и недостатках гомогенного и гетерогенного катализа. 3. Опишите следующие стадии каталитического цикла: окислительное присоединение и восстановительное элиминирование. Приведите примеры соответствующих процессов. 4. Что такое «число оборотов» и «частота оборотов» каталитической реакции? | **ПК-1-н** |
| 1. Назовите основные типы катализаторов, применяемых в органическом синтезе. 2. Что такое правило «18 электронов», или эффективного атомного номера? 3. Приведите примеры лигандов X- и L-типа. 4. Какова геометрия комплексов переходных металлов? | **ПК-2-н** |
| 1. Какие катализаторы применяются в реакциях гидрирования алкенов и кетонов? 2. Назовите основные механизмы реакции гидрирования. 3. Каким образом осуществляется активация водорода? 4. Как провести асимметрическое гидрирование? | **ПК-3-н** |
| 1. Какие вы знаете реакции, позволяющие получить новую связь углерод-углерод? Приведите примеры реакций. 2. В чем отличие реакции прямого арилирования от реакции прямого окислительного кросс-сочетания неактивированных аренов? 3. Назовите известные Вам металлокомплексные катализаторы, применяемые в реакциях полимеризации. 4. Как можно контролировать региоселективность реакции прямого арилирования? | **ПК-1-т** |

**5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-1-н, ПК-2-н, ПК-3-н и ПК-1-т**

***Примерный перечень экзаменационных заданий***

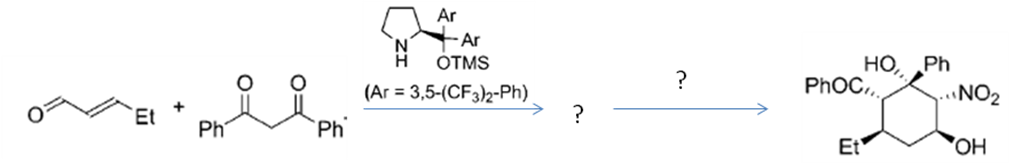
1. Назовите типы катализаторов, применяемых в органическом синтезе. Сравните гомогенные и гетерогенные катализаторы.
2. Определите, какие из представленных ниже соединений являются хиральными, отметьте асимметрические центры, определите R,S-конфигурацию каждого асимметрического центра. Для хиральных соединений запишите энантиомеры.



1. Предложите механизм следующей каталитической реакции и назовите все стадии каталитического цикла.



1. Назовите реакции, изображенные на следующей схеме и запишите механизмы обоих реакций.



1. Закончите следующую схему.



Напишите продукт каждой

стадии, для стадии (b)

запишите механизм

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

* 1. **Основная литература:**

1. Смит, В.А. Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. - 4-е изд. (эл.) - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 753 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=541053>.
2. Сибаров, Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы. [Электронный ресурс] / Д.А. Сибаров, Д.А. Смирнова. - СПб.: Лань, 2016. - 200 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/87592>.
3. Романовский, Б.В. Основы катализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.В. Романовский. - Эл. изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 175 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=539570>.
4. Эльшенбройх, К. Металлоорганическая химия [Электронный ресурс] / К. Эльшенбройх ; пер. с нем. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 746 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=478047>.
5. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 4: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013. - 458 с.
   1. **Дополнительная литература:**
6. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 1: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013. - 567 c.
7. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 2: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013. - 623 c.
8. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 3: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013. - 544 c.
9. Денисов, В.Я. Стереохимия органических соединений. [Электронный ресурс] / В.Я. Денисов, Д.Л. Мурышкин, Т.Н. Грищенкова. - Электрон. дан. - Кемерово: КемГУ, 2013. - 228 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/44325>.
10. Титце, Л. Домино-реакции в органическом синтезе. [Электронный ресурс] / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике. - Электрон. дан. - М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. - 674 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66355>
11. Иозеп, А.А. Химическая технология лекарственных веществ. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ. [Электронный ресурс] / А.А. Иозеп, Б.В. Пассет, В.Я. Самаренко, О.Б. Щенникова. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2016. - 356 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/87577>.
    1. **Интернет-ресурсы:**

[https://scifinder.cas.org](https://scifinder.cas.org/)

[https://www.reaxys.com](https://www.reaxys.com/)

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой также предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений.

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: видеопроектор, ноутбук, экран для демонстраций, доска.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия, направленность – Органическая химия.

Автор Малышева Ю.Б.

Рецензент Поддельский А.И.

Заведующий кафедрой Федоров А.Ю.