МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Методы органического синтеза

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия
Специализация: Органическая химия
Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Бурилов В.А. (кафедра органической и медицинской химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Vladimir.Burilov@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Курбангалиева А.Р. (кафедра органической и медицинской химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), almira99@mail.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные методы и принципы синтеза органических соединений, механизмы протекающих реакций, основы ретросинтетического анализа для грамотного планирования заданного синтеза

Должен уметь:

планировать схему синтеза и ориентироваться в выборе наиболее рациональных методов получения целевых продуктов с учетом энергосберегающих и экологических особенностей выбранного метода, безопасности и т.д.

Должен владеть:

навыками работы с учебниками, монографиями, оригинальной периодической литературой по органическому синтезу

Должен демонстрировать способность и готовность:

использовать теоретические знания в практической экспериментальной работе в области органического синтеза.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Органическая химия)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 41 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 31 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Цели, задачи и основные понятия органического синтеза.	7	2	0	0	0
2.	Тема 2. Стратегия, планирование и проблемы многостадийного органического синтеза.	7	2	0	0	0
3.	Тема 3. Методы удлинения и сокращения углеродной цепи.	7	2	0	0	4
4.	Тема 4. Ретросинтетический анализ. Понятие о синтонах и синтетических эквивалентах функциональных групп.	7	2	0	0	4
5.	Тема 5. Защитные группы в органическом синтезе.	7	2	0	0	4
6.	Тема 6. Методы галогенирования органических соединений.	7	4	0	0	4
7.	Тема 7. Методы окисления органических соединений.	7	4	0	0	4
8.	Тема 8. Методы восстановления органических соединений.	7	2	0	0	4
9.	Тема 9. Конструктивные реакции с участием карбонильных соединений.	7	2	0	0	0
10.	Тема 10. Методы создания связи С-С с помощью металлорганических реагентов.	7	4	0	0	0
11.	Тема 11. Реакции циклизации и раскрытия циклов.	7	2	0	0	0
12.	Тема 12. Перегруппировки.	7	2	0	0	0
13.	Тема 13. "Зеленый" органический синтез	7	2	0	0	0
14.	Тема 14. Клик-реакции	7	2	0	0	0
15.	Тема 15. Применение микроволнового синтеза в органическом синтезе	7	2	0	0	0

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
16.	Тема 16. Реакторы проточного типа в органическом синтезе	7	2	0	0	0
17.	Тема 17. Металлокомплексные катализаторы на носителе в органическом синтезе	7	2	0	0	7
	Итого		40	0	0	31

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Цели, задачи и основные понятия органического синтеза.

Основные исторические этапы и тенденции развития органического синтеза, его принципы и условия совершенствования. Первые синтезы и оформление органического синтеза в самостоятельную дисциплину. Современные синтетические подходы и актуальные направления органического синтеза. Цели и задачи органического синтеза. Основные реакции органического синтеза. Роль органического синтеза как науки для решения глобальных проблем современного общества.

Тема 2. Стратегия, планирование и проблемы многостадийного органического синтеза.

Стратегия, тактика и планирование органического синтеза. Проблемы многостадийного органического синтеза. Выбор оптимального пути синтеза органического соединения и факторы, влияющие на этот выбор. Выход целевого продукта, количество стадий, доступность реагентов, однозначность протекания реакций. Конструктивные и деструктивные реакции в органической химии. Классификация конструктивных реакций Хендриксона, примеры реакций. Селективность: субстратоселективность, продуктоселективность, хемоселективность реагента, региоселективность и стереоселективность реакций в органической химии. Примеры реакций.

Тема 3. Методы удлинения и сокращения углеродной цепи.

Методы удлинения углеродной цепи, основанные на металлоорганических синтезах (реакции Вюрца-Шорыгина и Вюрца-Фиттига, натрийацетиленовый синтез, магнийорганический синтез) и реакциях конденсации (реакции Фаворского, Реппе, Фриделя-Крафтса, реакция хлорметилирования, альдольная и кротоновая конденсация). Методы сокращения углеродной цепи: декарбоксилирование, декарбонилирование, синтезы с участием гидроксиламина, отщепление метана, окисление, галоформная реакция.

Тема 4. Ретросинтетический анализ. Понятие о синтонах и синтетических эквивалентах функциональных групп.

Идеология ретросинтетического анализа по Кори. Понятия синтон, стратегическая связь, расчленение, синтетический эквивалент, стратегическое ядро, дерево синтеза. Линейный и конвергентный пути синтеза. Понятие синтетического метода, скрытой функциональной группы. Примеры электрофильных и нуклеофильных синтонов, пары синтонов противоположной полярности, обращение полярности. Примеры реакций с участием синтетических эквивалентов приведенных синтонов. Примеры анализа целевых структур. Рекомендации по выбору стратегических связей. Анализ возможности практической реализации синтеза и выбор оптимального из возможных путей. Методы формирования углеродного скелета целевой структуры.

Тема 5. Защитные группы в органическом синтезе.

Защитные группы. Основные понятия. Требования, предъявляемые к защитным группам. Основные типы защищаемых функций. Защита этинильных групп. Защита ароматических и алифатических С-Н связей. Защита гидроксильной группы одноатомных и многоатомных спиртов. Защита карбоксильной, карбонильной, амино-группы. Примеры использования в органическом синтезе.

Тема 6. Методы галогенирования органических соединений.

Основные типы реакций галогенирования. Реакции присоединения галогенов, галогеноводородов, реакции свободнорадикального замещения. Селективное галогенирование. Получение органических фторпроизводных. Галогенирование с использованием молекулярных галогенов, смешанных галогенов, галогеноводородов, серосодержащих галогенидов, фосфорсодержащих галогенидов. Механизмы реакций галогенирования. Органические соединения, используемые как мягкие галогенирующие реагенты.

Тема 7. Методы окисления органических соединений.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Реагенты окисления: соединения марганца и хрома, пероксиды, надкислоты, диоксид селена, озон, диметилсульфоксид, дихлородицианохинон (DDQ), хлоранил. Окисление вторичных спиртов до кетонов соединениями Cr(VI). Стадии реакции, участие соединений Cr(V) и Cr(IV) в процессе окисления. Примеры известных соединений Cr(V) и Cr(IV). Побочные реакции при окислении бихроматом в кислой среде. Окисление в двухфазной системе: методы Физера и Джонса. Синтез альдегидов окислением первичных спиртов. Использование реагентов Сарретта и Коллинза (комплекс CrO3 с пиридином); достоинства и недостатки этого метода. Окисление первичных и вторичных спиртов до альдегидов и кетонов гипохлоритом натрия в двухфазной системе; ограничения этого метода. Окисление по связи C-H: получение ароматических альдегидов, окисление по аллильному положению хромовым ангидридом, трет-бутилпербензоатом, диоксидом селена (понятие о еновой реакции). Эпоксидирование алкенов. Эпоксидирующие агенты: надуксусная, трифторнадуксусная, мононадмалеиновая и м-хлорнадбензойная (MCPBA) кислоты. Трет-бутилгидропероксид как эпоксидирующий агент. Эпоксидирование аллиловых спиртов. Диастереоселективность реакции в присутствии комплексов ванадия. Энантиоселективное эпоксидирование по Шарплессу (в присутствии изопропилата титана и эфира винной кислоты). Реакция Байера-Виллигера и ее конкуренция с эпоксидированием по связи C=C. Относительные скорости этих двух реакций. Катализ реакции Байера-Виллигера минеральными кислотами. Гидрокарбонат натрия как катализатор селективного проведения реакции Байера-Виллигера в случае кетонов, содержащих связь C=C. Эпоксидирование α,β-непредельных кетонов. Окислительное расщепление связи углерод-углерод. Окисление алкенов перманганатом до карбоновых кислот (в том числе в условиях межфазного катализа) и до альдегидов. Расщепление 1,2-диолов иодной кислотой и тетраацетатом свинца. Озонолиз алкенов, механизм реакции. Восстановительное и окислительное расщепление озонидов (1,2,4-триоксоланов). Селективность озонирования, связанная с электронными эффектами заместителей при двойной связи.

Тема 8. Методы восстановления органических соединений.

Методы восстановления кратных углерод-углеродных связей. Методы восстановления карбонильной группы и других функциональных групп. Методы Клемменсена и Кижнера-Вольфа, границы применимости этих методов, связанные с наличием других функциональных групп. Дезоксигенирование через 1,3-дитиоланы, тозилгидразоны. Применение гидридов алюминия и бора. Реагенты для замещения галогена на водород: активные металлы в присутствии спирта, цианоборогидрид натрия, супергидриды, трибутилолово-гидрид. Гидрирование кратных связей. Типы катализаторов гидрирования: черни, окиси (катализатор Адамса), катализаторы на носителях. Металлы платиновой группы, никель Ренея, его разновидности, катализатор Лэзира (хромит меди). Борид никеля (P-1-Ni и P-2-Ni). Катализаторы для гидрирования при низком и высоком давлении. Представление о механизме гидрирования. Гидрогенолиз связей углерод-гетероатом, механизм процесса. Комплексные гидриды металлов как восстановители. Борогидрид натрия и алюмогидрид лития, их применение в синтезе. Механизм восстановления карбонильных соединений алюмогидридом лития (электрофильный катализ) и борогидридом натрия (нуклеофильный катализ). Взаимодействие алюмогидрида лития с OH-, NH-, SH-кислотами.

Тема 9. Конструктивные реакции с участием карбонильных соединений.

Углеродсодержащие нуклеофилы, основные типы реагентов и катализаторов в реакциях конденсации. Альдольная конденсация (механизм основного и кислотного катализа), кротоновая конденсация. Аннелирование по Робинсону, конденсации Кляйзена, Кляйзена-Шмидта, Кнёвенагеля, Дикмана, реакции Манниха, Дарзана и Виттига. Механизмы реакций. Синтетический потенциал реакций конденсаций.

Тема 10. Методы создания связи C-C с помощью металлорганических реагентов.

Литий- и магнийорганические соединения, их получение из органогалогенидов и металла. Особенности синтеза винильных и аллильных литий- и магнийорганических соединений. Использование магния Рике для синтеза магнийорганических соединений. Синтез магнийорганических соединений реакцией с сопровождением. Получение литийорганических соединений реакцией органогалогенидов и оловоорганических соединений с литийалкилами. Литиирование органических субстратов. Шкала CH-кислотности углеводородов. Особенности синтеза винильных и аллильных литий- и магнийорганических соединений. Взаимодействие магний- и литийорганических соединений с алкилгалогенидами. Особенности галогенидов аллильного и бензильного типа. Получение бифенилов по Ульману. Реакции кросс-сочетания магний-, цинк-, олово- и борорганических соединений с органогалогенидами, катализируемые комплексами палладия (Хараш, Негиши, Стилле, Сузуки). Получение катализаторов - комплексов палладия. Окислительное присоединение - восстановительное элиминирование как элементарные акты в реакциях кросс-сочетания. Сочетание с терминальными алкинами (Соногашира). Сочетание ртутноорганических соединений с алкенами (Хек).

Тема 11. Реакции циклизации и раскрытия циклов.

Реакции циклизации без изменения количества атомов углерода: реакция Дикмана. Реакции циклоприсоединения с удлинением цепи: внутримолекулярные циклизации - реакция Фриделя-Крафтса, реакция Бишлера-Напиральского. Межмолекулярная конденсация: реакции с участием диаминов и гликолей. Использование реакций [2+1], [2+2], [3+2], [4+2] - циклоприсоединения в синтезе органических соединений. Классификация, региоселективность реакций циклоприсоединения. Присоединение карбенов к непредельным соединениям. Синглетная и триплетная формы карбена. Реакции раскрытие циклов.

Тема 12. Перегруппировки.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Перегруппировки с сохранением углеродного скелета: аллильная перегруппировка, перемещение тройной связи. Перегруппировки с построением углеродного скелета: перегруппировки Фриса и Кляйзена, бензидиновая перегруппировка. Перегруппировки с расщеплением углеродного скелета: гофмановское расщепление амидов кислот, перегруппировка Бекмана, реакция Шмидта. Перегруппировки с перестройкой углеродного скелета: перегруппировка Вагнера-Меервейна, пинаколиновая перегруппировка, ретропинаколиновая перегруппировка, изомеризация углеводородов.

Тема 13. "Зеленый" органический синтез

Понятие "зеленой химии". 12 принципов "зеленой химии". Понятие атом-экономных реакций и их примеры. Принципы выбора наиболее "зеленых" методов синтеза. Дизайн безопасных химических веществ. Безопасные растворители и вспомогательные вещества. Вода в качестве растворителя в органической химии. Ионные жидкости. Альтернативные источники энергии при проведении синтеза: микроволновый нагрев, проточная химия, сонохимия. Использование возобновляемых ресурсов в органическом синтезе. Дизайн и синтез веществ с программируемой деградацией.

Тема 14. Клик-реакции

Определение и типы клик-реакций. Медь-катализируемая реакция циклоприсоединения азидов с алкинами (CuAAC). Механизм реакции, виды используемых каталитических систем. Модификация природных соединений, фармацевтических препаратов, ДНК, нуклеотидов с использованием CuAAC. Модификация супрамолекул: каликсаренов, ротаксанов, катенанов. Синтез дендримеро-подобных структур с использованием CuAAC. Коньюгация гликокластеров и гликоконьюгатов с использованием CuAAC. CuAAC реакция в химии полимеров. Реакция циклоприсоединения азидов с алкинами, катализируемая напряжением цикла, комплексными соединениями рутения и серебра. Тиол-алкен клик-реакция. Механизм реакции, виды инициаторов для проведения реакции. Синтез функциональных органических материалов с использованием тиол-алкен клик-реакции.

Тема 15. Применение микроволнового синтеза в органическом синтезе

Физические основы микроволнового нагрева. Устройство лабораторных микроволновых установок для химического эксперимента. Реакционные сосуды, используемые в микроволновых печах. Взаимодействие микроволн с веществом - роль диэлектрической проницаемости. Методы органического синтеза в микроволновых печах: синтез при повышенном давлении, синтез с использованием активаторов - поглотителей микроволновой энергии. Кинетика реакций, проводимых в условиях микроволнового излучения. Микроволновые эффекты. Влияние микроволнового нагрева на селективность реакций. Органические реакции, проводимые без растворителя. Реакции конденсации. Реакции изомеризации, перегруппировки. Реакции окисления и восстановления. Синтез гетероциклических соединений.

Тема 16. Реакторы проточного типа в органическом синтезе

Принцип работы и устройство реакторов проточного типа. Реакторы смешения и микрофлюидные реакторы. Технология регуляции обратного давления. Синтез в условиях перегрева растворителя. "Запрещенные" газо-жидкостные реакции с использованием монооксида углерода, диоксида углерода, кислорода, озона, фтора, хлора, хлороводорода, водорода, этилена, аммиака, диазометана, фосгена. Гетерогенный катализ с использованием металл-содержащих катализаторов. Реакции кросс-сочетания Сузуки, Хека, Соногашира, Негиши. Реакции сочетания углерод-гетероатом в потоке. Мультистадийный проточный синтез. Синтез фармакологически-активных веществ в потоке.

Тема 17. Металлокомплексные катализаторы на носителе в органическом синтезе

Гетерогенизация металлокомплексных катализаторов с точки зрения зеленой химии. Типы носителей: полистирол, дендримеры, аморфный диоксид кремния, мезопористый диоксид кремния, оксид алюминия, смешанные оксиды, супер-парамагнитные наночастицы. Методы закрепления металлокомплексных катализаторов на носителе. Ковалентная иммобилизация. Иммобилизация на носителе за счет электростатических сил. Специфическая адсорбция на носителе. Иммобилизация готовых металлокомплексов; лигандов с дальнейшим получением металлокомплексов. Золь-гель метод. Инкапсуляция металлокомплексов в полостях мезопористых носителей. Хиральные металлокомплексы на носителе. Использование металлокомплексных катализаторов на носителях в органической химии: реакции кросс-сочетания, асимметричного гидрирования.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Библиотека Химического факультета МГУ - http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html

Органическая_химия - http://ru.wikipedia.org/wiki

Учебные материалы химического факультета МГУ по курсу органической химии: - ttp://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html

Химическая энциклопедия chemport.ru - http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_2630.html

Электронная химическая библиотека - http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Основной теоретический материал предмета дается в часы лекционных занятий. На лекциях преподаватель систематически и последовательно раскрывает содержание научной дисциплины, вводит в круг научных интересов, ставит вопросы для исследования. Нельзя ограничиться регулярным посещением только лекций, так как центр тяжести в усвоении знаний, в формировании умений и навыков лежит в последующей самостоятельной работе. Студенты должны постоянно готовиться к лекциям. В этой работе могут помочь учебники, список которых преподаватель называет на первых занятиях. Помимо рекомендуемой литературы, лектор дает программу дисциплины, в которой изложены основные разделы и вопросы для контроля знаний. Лекция закладывает основы научных знаний, знакомит с основными современными научно-теоретическими положениями, с методологией данной науки. На лекции осуществляется общение студенческой аудитории с высококвалифицированными лекторами, учеными, педагогами, специалистами в определенной отрасли науки. Лекция вызывает эмоциональный отклик слушателей, развивает интерес и любовь к будущей профессии. Лектор использует на лекциях не только материал учебников, но и привлекает много дополнительных сведений, изложенных в научных работах (монографиях или статьях) или в его собственных исследовательских трудах. Студент не в состоянии глубоко осмыслить весь представленный в лекциях материал, не посещая лекционных занятий. Поэтому важно не пропускать лекции, готовиться к ним (заранее посмотреть тему лекции, почитать учебники, отметить для себя ключевые моменты, составить вопросы лектору) и напряженно, активно работать в течение всего учебного занятия. Старайтесь не опаздывать на лекцию: в первые минуты занятий объявляется тема, план лекции. Чтобы легче запомнить излагаемый материал, необходимо его понять, разобраться в системе научных понятий, которую дает лектор. Пути изложения лекции могут быть различными. Иногда преподаватель выбирает индуктивный путь, то есть вначале излагает конкретные факты, обобщает их, раскрывает сущность понятия, дает его определение. Другой путь образования понятий - дедуктивный: лектор вначале определяет научное понятие, а потом дает объяснения, приводит конкретный фактический материал. Если уловить путь изложения материала, то становится легче понять мысль преподавателя и проникнуть в содержание лекции. Обращайте внимание на определение понятий. Рекомендуется для их усвоения составлять глоссарий (словарь). Во время слушания лекций должна быть психологическая установка на запоминание основных идей лекции. Слушание лекций - это сложный психологический процесс, в который вовлечена вся личность слушающего: его сознание, воля, память, эмоции. Это не пассивное состояние человека, а напротив, состояние активной, напряженной деятельности. Слушание учебной лекции - это необходимое, но не достаточное условие сознательного и прочного усвоения знаний. Лекцию необходимо записать - только тогда лекция станет источником для дальнейшей самостоятельной работы. Конспектирование лекции - это сложное дело, требующее умений и опыта. Некоторые стараются записать лекцию полностью, слово в слово, не вдумываясь в содержание материала, опираясь только на свою память. Сплошная запись возможна только в том случае, если преподаватель диктует лекционный материал. Но диктовка делает изложение однообразным и утомительным, и методика высшей школы не рекомендует такой способ изложения. Стремление записать лекцию слово в слово отвлекает слушателя от обдумывания лекционного материала. Недаром студенты говорят, что трудно совместить и запись, и обдумывание. Если лекцию записывать очень коротко, отдельными штрихами, то записи не могут быть материалом для повторения. В излишне краткой записи трудно разобраться уже некоторое время спустя. Для записи возьмите общую тетрадь и сделайте поля для различных заметок во время записи: например, знак восклицания (отметка особо важных моментов), знак вопроса (что-то не поняли и к данному положению надо вернуться).
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы); - подготовку и написание рефератов; - выполнение контрольных работ; - подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	Рекомендуется внимательно изучить конспекты лекций, дополнительную информацию можно получить из рекомендованных интернет-ресурсов и учебных пособий. На экзамене необходимо отвечать точно, ясно и по вопросу. Помните, что время ответа ограничено. При возникновении любых неясностей в процессе подготовки к ответу следует обращаться с вопросами только к преподавателю.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Органическая химия".

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.07.01 Методы органического синтеза

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия
Специализация: Органическая химия
Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Основная литература:

1 Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 7-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, [б. г.]. - Часть 1 - 2017. - 570 с. - ISBN 978-5-00101-506-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/94167 (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 7-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, [б. г.]. - Часть 2 - 2017. - 626 с. - ISBN 978-5-00101-507-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/94168 (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, [б. г.]. - Часть 3 - 2017. - 547 с. - ISBN 978-5-00101-508-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/94166 (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 4-е, изд. - Москва : Лаборатория знаний, [б. г.]. - Часть 4 - 2016. - 729 с. - ISBN 978-5-00101-410-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/84139 (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1.Смит, В. А. Основы современного органического синтеза : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 753 с. - ISBN 978-5-00101-761-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/135517 (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Немтарев А.В., Казымова М.А., Втюрина Н.Н., Татаринов Д.А. Практические работы по органическому синтезу. Общий практикум: учебно-методическое пособие. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. - 79 с. - Текст : электронный. - URL: http://kpfu.ru/publication?p_id=77299 (дата обращения: 10.03.2020).

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.07.01 Методы органического синтеза

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия
Специализация: Органическая химия
Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. 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 с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ