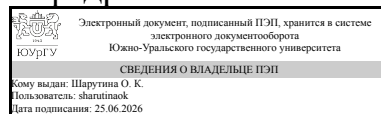


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



О. К. Шарутина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.03 Органический синтез и металлоорганический катализ
для направления 04.04.01 Химия

уровень Магистратура

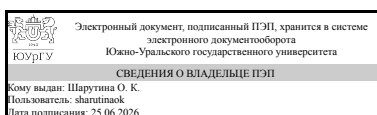
магистерская программа Органическая и элементоорганическая химия

форма обучения очная

кафедра-разработчик Теоретическая и прикладная химия

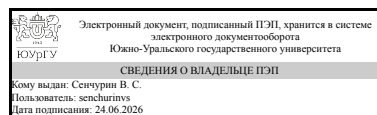
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утверждённым приказом Минобрнауки от 13.07.2017 № 655

Зав.кафедрой разработчика,
д.хим.н., проф.



О. К. Шарутина

Разработчик программы,
д.хим.н., доц., профессор



В. С. Сенчурин

1. Цели и задачи дисциплины

Целями и задачами освоения дисциплины "Органический синтез и металлоорганический катализ" являются изучение принципов, особенностей и областей применения основных синтетических методов, используемых для создания различных функциональных групп и структурных фрагментов в органических соединениях, а также каталитическая роль металлоорганических соединений в синтезе органических молекул. В рамках дисциплины рассматриваются теоретические основы построения многостадийных схем синтеза различных органических структур с использованием знаний о химических свойствах и методах получения отдельных классов органических соединений, полученных при изучении курса органической химии.

Краткое содержание дисциплины

Техника безопасности при работе в лаборатории органического синтеза. Основные понятия органического синтеза. Этапы синтеза. Элементоорганические соединения в органическом синтезе, металлоорганический катализ. Принципы сборки углерод-углеродной связи. Синтезы карбоциклов. Взаимопревращения функциональных групп, изогипсические и неизогипсические трансформации. Селективность органических реакций. Стратегия органического синтеза. Ретросинтетический анализ по Кори. Понятие о синтонах и ретронах. Планирование многостадийных синтезов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-5 Способен проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно планировать работу и выбирать методы решения научно-исследовательских задач в области органической химии и смежных с ней областей химической науки	Знает: классификацию, номенклатуру и строение органических и элементоорганических соединений, классификацию органических реакций, свойства основных классов органических соединений, основные методы синтеза органических соединений, в том числе с применением металлоорганических катализаторов Умеет: характеризовать основные химические свойства и методы синтеза органических соединений, использовать справочную литературу, электронные образовательные ресурсы для успешного усвоения теоретического и практического материалов курса Имеет практический опыт: проведения процедуры ретросинтетического анализа и планирования синтеза органических веществ заданного строения

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Производственная практика (преддипломная) (4)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 ч., 184 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	3
Общая трудоёмкость дисциплины	324	144	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	160	80	80
Лекции (Л)	48	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	64	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	48	24	24
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	140	53,5	86,5
Подготовка и защита курсовой работы	18	0	18
Подготовка к контрольной работе.	13,5	5,5	8
Подготовка к экзамену	40	16	24
Подготовка к практическим и семинарским занятиям	39	18	21
Подготовка отчетов по лабораторным работам	15,5	8	7,5
Подготовка и защита рефератов по заданной теме	14	6	8
Консультации и промежуточная аттестация	24	10,5	13,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	экзамен, КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Исторический обзор становления и развития органического синтеза. Основные понятия органического синтеза. Цели и задачи.	18	2	4	12
2	Металлоорганический катализ. Элементоорганические соединения в органическом синтезе, соединения непереходных и переходных металлов. Реакции кросс-сочетания и метатезиса	14	8	6	0
3	Принципы сборки углерод-углеродной связи. Гомо- и гетеролитические реакции. Карбонильные соединения. Конденсации	16	4	6	6
4	Сборка алкенового фрагмента целевой молекулы. Непредельные	6	2	4	0

	карбонильные соединения, реакция Михаэля, аннелирование по Робинсону.				
5	Синтезы карбо- и гетероциклов. Темплатный синтез.	14	6	8	0
6	Расщепление углерод-углеродной связи и перегруппировки углеродного скелета как синтетические методы.	6	2	4	0
7	Взаимопревращения функциональных групп. Изогипсические и неизогиписические трансформации. Частичные синтезы не затрагивающие углеродный скелет.	28	6	10	12
8	Селективность органических реакций	4	2	2	0
9	Ретросинтетический анализ по Кори. Трансформы.	6	2	4	0
10	Типы стратегий в ретросинтетическом анализе.	8	4	4	0
11	Защитные группы в органическом синтезе.	8	4	4	0
12	Ретроны.	4	2	2	0
13	Планирование многостадийных синтезов. Ретросинтетический анализ и полный синтез сложных органических молекул.	28	4	6	18

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Исторический обзор становления и развития органического синтеза. Синтез красителей и лекарственных препаратов. Основные понятия органического синтеза. Понятие о единичной стадии синтеза. Субстраты и реагенты. Растворители (среда реакции). Амфипротонные и апротонные растворители. Катализаторы органического синтеза (кислоты и основания, межфазовый катализ, катализаторы гидрирования, металлокомплексные катализаторы).	2
2	2	Элементоорганические соединения. Активные металлоорганические соединения и их применение в качестве эквивалентов карбанионов в органическом синтезе. Реакция Вюрца. Купратные реагенты (реактив Гилмана). Купратный вариант сочетания по Вюрцу, селективность присоединения к α, β -непредельным карбонильным соединениям, реакции карбокуприрования. Применение купратных реагентов в синтезе.	2
3	2	Металлоорганический катализ. Понятие о координационно-насыщенных и -ненасыщенных металлокомплексах. Координация лигандов, координационная емкость (дентатность), моно-, поли-, амбидентатные лиганды, σ - и π -лиганды. Одно- и многоядерные комплексы. Природа химических связей в комплексных соединениях. Основные стадии металлоорганического катализа: диссоциация комплексного соединения и координация (присоединение) лигандов, замещение лигандов, диссоциативная координация молекул с разрывом σ -связи (окислительное, гомолитическое и гетеролитическое присоединение), внедрение по связи металл - лиганд, σ , π -перегруппировки лиганда, реакции переноса электрона, восстановительное элиминирование.	2
4	2	Металлоорганический катализ. Реакции кросс-сочетания катализируемые комплексами переходных металлов. Комплексы палладия. Сборка C-C связи. Реакция Хека, каталитический цикл, региоселективность процесса. Реакции Стилле, Негиши, Сузуки, Хараша, Соногаширы. Реакции Хека, Негиши, Сузуки, Стилле, Хараша, Соногашира, механизмы реакций. Сборка C-N связи, Реакция Бухвальда-Хартвига. Синтетическая значимость реакций кросс-сочетания.	2
5	2	Металлоорганический катализ. Метатезис олефинов. Общая схема и виды	2

		метатезиса. Механизм метатезиса. Катализаторы метатезиса, «well-defined» катализаторы на основе рутения, катализаторы Граббса 1-го и 2-го поколения. Применение реакций метатезиса в органическом синтезе, RCM- и ROMP-метатезис, синтез полинорборнена (Norsorex) и его гидрированного аналога (Zeonex), полидициклопентадиена. Промышленное получение пропилена по реакции метатезиса.	
6-7	3	Принципы сборки углерод-углеродной связи. Гомо- и гетеролитические реакции. Органические ионы и факторы определяющие их стабильность. Электрофилы и нуклеофилы в реакциях образования углерод-углеродной связи. Карбонильные соединения как нуклеофилы и электрофилы в реакциях сборки углерод-углеродной связи. Альдольная конденсация. Реакция Манниха. Конденсации Кновенагеля, Перкина, Штоббе. Сложноэфирная конденсация. Синтезы 1,4-дифункциональных соединений. Синтезы 1,5-дифункциональных соединений.	4
8	4	Сборка алкенового фрагмента целевой молекулы. Синтез алкенов. Реакции Виттига. Разновидность реакции Виттига: олефинирование по Петерсону. Непредельные карбонильные соединения. Реакция Михаэля. Селективность процесса присоединения нуклеофила к акцептору Михаэля, реактив Гилмана. Частный случай конденсации по Михаэлю - аннелирование по Робинсону.	2
9	5	Синтезы карбо- и гетероциклов. Специфика задач при синтезе циклических соединений. Обычные методы ациклической химии в построении циклических систем. Малые циклы, производные циклопропана и циклобутана, пяти- и шестичленные циклы, циклы большого размера. Макроциклические полиэфиры, эффекты многоцентровой координации.	2
10	5	Циклоприсоединение – как метод получения циклических структур. Карбены и карбеноиды, методы генерации карбенов. [2+1]-циклоприсоединение. Присоединение карбенов по кратной углерод-углеродной связи. Циклопропанирование по Симмонсу-Смиту. Фотохимически индуцированное [2+2]-циклоприсоединение, синтез бензола Дьюара. [2+2+1]-циклоприсоединение, реакция Посона-Кханда. [4+2]-циклоприсоединение, реакция Дильса-Альдера, требования, предъявляемые к диенам и диенофилам. Другие варианты реакций циклоприсоединения.	2
11	5	Металлоорганический катализ. Селективность циклообразования катализируемая комплексами переходных металлов. Темплатный синтез. Основные понятия (лигсон, темплат, хелант, макроциклическое соединение). Конденсация Шиффа. Синтезы на основе конденсации Шиффа. Темплатный синтез без конденсации Шиффа.	2
12	6	Расщепление углерод-углеродной связи и перестройка углеродного скелета как синтетические методы. Расщепление простых С–С связей. Деструкция карбоксильной группы. Перегруппировка Байера-Виллигера. Периодатное расщепление 1,2-гликолей (реакция Малапрада). Расщепление С=С-связей. Синтез ювенильного гормона по Кори. Синтетический потенциал реакций расщепления углерод – углеродных связей.	2
13-14	7	Взаимопревращение функциональных групп. Понятие «функциональная группа». Уровни окисления углеродного центра. Классификация функциональных групп и их взаимодействий. Изогипсические трансформации. Синтетическая эквивалентность функциональных групп одного уровня окисления. Изогипсические трансформации производных первого уровня окисления. Галогенпроизводные, спирты и алкены. Реакция Аппеля, механизм реакции. Изогипсические трансформации производных второго уровня окисления. Алкины, карбонильные соединения, диены, эпоксиды, 1,2-дизамещенные и аллильные производные. Изогипсические трансформации производных третьего уровня окисления. Карбоновые кислоты, галогенангидриды, нитрилы, пропаргилловые спирты, енины. Синтетическая эквивалентность карбоновых кислот и их производных.	4

		Реакции ацилирования нуклеофилов галогенангидридами. Синтез и применение енинов (реакция Фаворского).	
15	7	Неизогиписические трансформации функциональных групп. Восстановление органических соединений. Восстановление тройной и двойной связи, карбонильной группы, по Берчу. Восстановительное расщепление сложных эфиров. Окисление органических соединений. Окислительные реагенты. Окисление диоксидом селена. Эпоксидирование. цис-Гидроксилирование алкенов. Расщепление 1,2-диолюв. Озонолиз алкенов. Окисление спиртов. Взаимопревращение функциональных групп как стратегический метод в полном синтезе. Синтез аскорбиновой кислоты из D-глюкозы; синтез циклооктатетраена (по Вильштеттеру).	2
16	8	Селективность органических реакций. Классификация проблем селективности. Последовательные, параллельные и последовательно-параллельные реакции. Управление селективностью реакций. Выбор подходящих условий проведения реакции, выбор селективного реагента. Селективная активация альтернативных реакционных центров субстрата.	2
17	9	Ретросинтетический анализ по Кори. Синтез линейный и конвергентный, борьба с «арифметическим демоном». Основные понятия ретросинтетического анализа: (молекулярная сложность, целевая молекула (ТМ), трансформ (Тf), дерево синтеза). Типы трансформов. Представления о синтонах. Классификация синтонов. Донорные и акцепторные синтоны. Изоструктурные синтоны обратной полярности.	2
18-19	10	Типы стратегий в органическом синтезе. Стратегии базирующиеся на трансформах, топологии, функциональных группах, "билдинг-блоках". Каскадные реакции в органическом синтезе. Синтез прогестерона по Джонсону.	4
20-21	11	Защита функциональных групп. Введение и снятие защитной группы. Защита ацетиленовых и ароматических СН-связей. Защитные нитро-, амино-, карбоксильная и сульфогруппы. Защита аминогрупп. Ацильная, фталимдная, уретановая защитные группы. Защитные группы объемного типа. Защита третичного атома азота. Защита гидроксильных групп. Получение простых эфиров, ацеталей, кеталей, сложных эфиров. Защита гликольных систем. Защита гидроксильных групп фенолов. Защита карбонильной группы. Ацетали и кетали, полутио-, дитиоацетали и дитиокетали, оксимы, дицианвинильные производные. Защита карбоксильной группы. Этерификация карбоновых кислот. Удаление сложноэфирных групп. Защита углерод-углеродных кратных связей. Стратегические линии при использовании защитных групп. Принцип «ортогональной стабильности» и «модулированной лабильности».	4
22	12	Общая характеристика ретронов. Полные и частичные ретроны. Классификация, основанная на функциональности (моно- и бифункциональные ретроны). Примеры монофункциональных ретронов. Анализ ретронов I-го типа. 1,1-, 1,2- и 1,3-ретроны. Анализ ретронов II-го типа. 1,4-, 1,5- и 1,6-ретроны.	2
23-24	13	Планирование многостадийных синтезов. Дерево синтетических интермедиатов в синтезе сложных органических молекул. Полный синтез транс-Хризантемовой кислоты, морских алкалоидов группы фаскаплизина, витамина А.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
-----------	-----------	---	--------------

1-2	1	Основные понятия органического синтеза. Этапы синтеза. Термодинамическая и кинетическая допустимость синтетической реакции.	4
3-5	2	Металлоорганический катализ. Реакции кросс-сочетания и метатезиса.	6
6-8	3	Карбонильные соединения в реакциях сборки углерод–углеродной связи. Конденсации.	6
9-10	4	Методы создания кратных углерод–углеродных связей. Присоединение нуклеофилов по кратным связям.	4
11-12	5	Синтез циклических структур. Реакции циклоприсоединения. Темплатный синтез.	4
13-14	5	Обычные методы создания углерод–углеродной связи ациклической химии применительно к циклическим структурам.	4
15-16	6	Расщепление С–С связей и перегруппировки углеродного скелета. Контрольная работа №1.	4
17-19	7	Взаимопревращения функциональных групп. Изогипсические трансформации.	6
20-21	7	Взаимопревращения функциональных групп. Неизогипсические трансформации. Частичные синтезы.	4
22	8	Селективность органических реакций	2
23-24	9	Основные понятия ретросинтетического анализа. Контрольная работа № 2.	4
25-26	10	Типы стратегий в ретросинтетическом анализе.	4
27-28	11	Защитные группы в органическом синтезе.	4
29	12	Бифункциональные ретроны 1-го и 2-го типа.	2
30-32	13	Ретросинтетический анализ и полный синтез сложных органических молекул.	6

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Техника безопасности. Способы выделения и очистки веществ. Декантация, перегонка, фильтрация, перекристаллизация.	6
2	1	Определение температуры плавления и показателя преломления веществ. Анализ органических соединений. ИК-спектроскопия.	6
3	3	Сложноэфирная конденсация Кляйзена. Синтез ацетоуксусного эфира.	6
4	7	Изогипсические трансформации производных 1го уровня окисления. Получение органигалогенидов из соответствующих спиртов.	6
5	7	Неизогипсические трансформации производных различных уровней окисления. Восстановительные и окислительные трансформации субстрата.	6
6	13	Многостадийные синтезы. Стадия 1. Изогипсические трансформации. Реакция этерификации. Синтез бензойноэтилового эфира.	6
7	13	Многостадийные синтезы. Стадия 2. Синтез реактива Гриньяра - фенилмагнийбромида.	6
8	13	Многостадийные синтезы. Стадия 3. Синтез трифенилкарбинола взаимодействием бензойноэтилового эфира с фенилмагнийбромидом.	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов

Подготовка и защита курсовой работы	K.C. Nicolaou, E.J. Sorensen Classics in total synthesis 1996 P. 1-784. K.C. Nicolaou, S.A. Snyder Classics in Total Synthesis II 2003 P. 1-618.	3	18
Подготовка к контрольной работе.	В. Смит, А. Бочков, Р. Кейпл Органический синтез. Наука и искусство. - М.: Мир, 2001. - С. 289-362. В.А. Смит, А.Д. Дильман Основы современного органического синтеза. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - С. 561-600, 683-731. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 1 Теоретические представления и основные факты. - М.: Мир, 1998. - С. 119-223. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 2 Примеры и иллюстрации. - М.: Мир, 1998. - С. 89-196.	3	8
Подготовка к экзамену	В. Смит, А. Бочков, Р. Кейпл Органический синтез. Наука и искусство. - М.: Мир, 2001. - С. 289-362. В.А. Смит, А.Д. Дильман Основы современного органического синтеза. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - С. 561-600, 683-731. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 1 Теоретические представления и основные факты. - М.: Мир, 1998. - С. 119-223. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 2 Примеры и иллюстрации. - М.: Мир, 1998. - С. 89-196.	3	24
Подготовка к практическим и семинарским занятиям	В. Смит, А. Бочков, Р. Кейпл Органический синтез. Наука и искусство. - М.: Мир, 2001. - С. 289-362. В.А. Смит, А.Д. Дильман Основы современного органического синтеза. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - С. 561-600, 683-731. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 1 Теоретические представления и основные факты. - М.: Мир, 1998. - С. 119-223. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 2 Примеры и иллюстрации. - М.: Мир, 1998. - С. 89-196.	3	21
Подготовка отчетов по лабораторным работам	Шарутин, В. В. Химия элементоорганических соединений Текст учеб. пособие для лаб. работ по направлениям 040401 и 040301 В. В. Шарутин, О. К. Шарутина, В. С. Сенчурина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Орг. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 77, [1] с. ил. электрон. версия Гитис, С. С. Практикум по органической химии. Органический синтез Учеб. пособие для нехим. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1991. - 303 с. ил.	3	7,5
Подготовка отчетов по лабораторным работам	Шарутин, В. В. Химия элементоорганических соединений Текст	2	8

	учеб. пособие для лаб. работ по направлениям 040401 и 040301 В. В. Шарутин, О. К. Шарутина, В. С. Сенчурин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Орг. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 77, [1] с. ил. электрон. версия Гитис, С. С. Практикум по органической химии. Органический синтез Учеб. пособие для нехим. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1991. - 303 с. ил.		
Подготовка и защита рефератов по заданной теме	В. Смит, А. Бочков, Р. Кейпл Органический синтез. Наука и искусство. - М.: Мир, 2001. - С. 13-281. В.А. Смит, А.Д. Дильман Основы современного органического синтеза. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - С. 7-414. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 1 Теоретические представления и основные факты. - М.: Мир, 1998. - С. 8-118. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 2 Примеры и иллюстрации. - М.: Мир, 1998. - С. 7-88	2	6
Подготовка и защита рефератов по заданной теме	В. Смит, А. Бочков, Р. Кейпл Органический синтез. Наука и искусство. - М.: Мир, 2001. - С. 289-362. В.А. Смит, А.Д. Дильман Основы современного органического синтеза. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - С. 561-600, 683-731. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 1 Теоретические представления и основные факты. - М.: Мир, 1998. - С. 119-223. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 2 Примеры и иллюстрации. - М.: Мир, 1998. - С. 89-196.	3	8
Подготовка к экзамену	В. Смит, А. Бочков, Р. Кейпл Органический синтез. Наука и искусство. - М.: Мир, 2001. - С. 13-281. В.А. Смит, А.Д. Дильман Основы современного органического синтеза. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - С. 7-414. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 1 Теоретические представления и основные факты. - М.: Мир, 1998. - С. 8-118. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 2 Примеры и иллюстрации. - М.: Мир, 1998. - С. 7-88	2	16
Подготовка к контрольной работе.	В. Смит, А. Бочков, Р. Кейпл Органический синтез. Наука и искусство. - М.: Мир, 2001. - С. 13-281. В.А. Смит, А.Д. Дильман Основы современного органического синтеза. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - С. 7-414. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 1 Теоретические представления и основные факты. - М.: Мир, 1998. - С. 8-	2	5,5

	118. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 2 Примеры и иллюстрации. - М.: Мир, 1998. - С. 7-88		
Подготовка к практическим и семинарским занятиям	В.А. Смит, А.Д. Дильман Основы современного органического синтеза. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - С. 415-442, Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 1 Теоретические представления и основные факты. - М.: Мир, 1998. - С. 75-94. Ласло, П. Логика органического синтеза Т. 2 Примеры и иллюстрации. - М.: Мир, 1998. - С. 46-50.	2	18

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	2	Текущий контроль	Письменный опрос № 1 "Металлоорганический катализ. Реакции кросс-сочетания и метатезиса"	0,1	6	Письменный опрос проводится в конце практического занятия в течение 30 минут. Студент отвечает на два теоретических вопроса из общего перечня вопросов разбираемых в ходе практических занятий и решает одну практическую задачу, правильный ответ на каждый из теоретических вопросов и правильное решение практической задачи оценивается в 2 балла, итого 6 баллов. Критерии оценивания каждого теоретического вопроса: 2 балла - полный и исчерпывающий ответ на вопрос; 1 балл - ошибки в ответе на вопрос; 0 баллов - неверный ответ на теоретический вопрос или отсутствие ответа. Критерии оценивания практической задачи: 2 балла - практическая задача решена; 1 балл - ошибки в решении	экзамен

						практической задачи; 0 баллов - практическая задача решена неправильно или решение отсутствует.	
2	2	Текущий контроль	Письменный опрос № 2 "Карбонильные соединения в реакциях сборки углерод– углеродной связи. Конденсации"	0,1	6	Письменный опрос проводится в конце практического занятия в течение 20-30 минут. Студент отвечает на теоретический вопрос из общего перечня вопросов разбираемых в ходе практических занятий и решает две практические задачи, правильный ответ на теоретический вопрос и правильное решение каждой практической задачи оценивается в 2 балла, всего 6 баллов. Критерии оценивания теоретического вопроса: 2 балла - полный и исчерпывающий ответ на вопрос; 1 балл - ошибки в ответе на вопрос; 0 баллов - неверный ответ на теоретический вопрос или отсутствие ответа. Критерии оценивания каждой практической задачи: 2 балла - практическая задача решена; 1 балл - ошибки в решении практической задачи; 0 баллов - практическая задача решена неправильно или решение отсутствует.	экзамен
3	2	Текущий контроль	Письменный опрос № 3 "Методы создания углерод–углеродных связей в ациклических структурах"	0,1	6	Порядок начисления баллов аналогичный контрольному мероприятию 1.	экзамен
4	2	Текущий контроль	Письменный опрос № 4 "Методы создания углерод–углеродной связи применительно к циклическим структурам. Реакции циклоприсоединения"	0,1	6	Порядок начисления баллов аналогичный контрольному мероприятию 1.	экзамен
5	2	Текущий контроль	Письменный опрос № 5 "Изогипсические трансформации функциональных групп"	0,1	6	Порядок начисления баллов аналогичный контрольному мероприятию 1.	экзамен
6	2	Текущий	Контрольная работа	0,15	5	Контрольная работа состоит из	экзамен

		контроль	№1			пяти заданий. Каждое задание оценивается в один балл, если ответы на задания контрольной работы не представлены студент получает 0 баллов.	
7	2	Текущий контроль	Проверка отчетов по лабораторным работам	0,15	12	В течение семестра необходимо выполнить 4 лабораторные работы. Перед началом лабораторной работы студенты должны получить допуск к работе, показать предварительно оформленную работу, объяснить порядок и суть выполняемой работы. Без допуска выполнение работы невозможно. По результатам проделанной работы составляется письменный отчет о лабораторной работе. Защита отчета проводится в виде ответа на вопросы по теме лабораторной работы, устного объяснения полученных результатов и ответов на контрольные вопросы. Каждая лабораторная работа оценивается в 3 балла (максимум 12 баллов за четыре работы), из которых один балл студент получает за допуск к работе, один за правильное выполнение эксперимента и один за защиту отчета по лабораторной работе. Отчеты по лабораторным работам необходимо защитить до конца последней учебной недели в семестре.	экзамен
8	2	Текущий контроль	Подготовка и защита рефератов	0,2	8	Проверка рефератов преподавателем осуществляется во внеаудиторное время. Реферат оценивается исходя из следующих критериев: 1. Новизна реферированного текста (максимум 2 балла); 2. Степень раскрытия сути проблемы (максимум 2 балла); 3. Соблюдение требований к оформлению и грамотность (максимум 2 балла). Всего 6 баллов. По материалам реферата студент готовит презентацию и выступает с докладом по теме реферата на практическом занятии в течение 10-15 минут.	экзамен

						За подготовку презентации и выступление студент получает максимум 2 балла. Итого суммарно 8 баллов. Максимальные 2 балла за каждый из критериев студент получает при отсутствии замечаний, 1 балл при наличии ошибок и замечаний, 0 баллов в случае существенных замечаний, грубых ошибок или отсутствия материала для оценивания критерия преподавателем.	
9	2	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	6	Промежуточная аттестация (экзамен) проводится по билетам, включающим два теоретических вопроса и практическую задачу. Каждый из трех вопросов билета оценивается максимум в 2 балла, всего 6 баллов. Критерии оценивания каждого теоретического вопроса: 2 балла - полный и исчерпывающий ответ на вопрос билета; 1 балл - ошибки в ответе на вопрос билета; 0 баллов - неверный ответ на теоретический вопрос или отсутствие ответа. Критерии оценивания практической задачи: 2 балла - практическая задача решена; 1 балл - ошибки в решении практической задачи; 0 баллов - практическая задача решена неправильно или решение отсутствует.	экзамен
10	3	Текущий контроль	Письменный опрос № 6 "Взаимопревращения функциональных групп. Неизогипсические трансформации"	0,1	6	Порядок начисления баллов аналогичный контрольному мероприятию 1.	экзамен
11	3	Текущий контроль	Письменный опрос № 7 "Основные понятия ретросинтетического анализа"	0,1	6	Порядок начисления баллов аналогичный контрольному мероприятию 1.	экзамен
12	3	Текущий контроль	Контрольная работа №2	0,2	5	Порядок начисления баллов аналогичный контрольному мероприятию 6.	экзамен
13	3	Текущий	Письменный опрос №	0,1	6	Порядок начисления баллов	экзамен

		контроль	8 "Типы стратегий в ретросинтетическом анализе"			аналогичный контрольному мероприятию 1.	
14	3	Текущий контроль	Письменный опрос № 9 "Защитные группы в органическом синтезе"	0,1	6	Порядок начисления баллов аналогичный контрольному мероприятию 1.	экзамен
15	3	Текущий контроль	Письменный опрос № 10 "Бифункциональные ретроны"	0,1	6	Порядок начисления баллов аналогичный контрольному мероприятию 2.	экзамен
16	3	Текущий контроль	Подготовка и защита рефератов	0,15	8	Проверка рефератов преподавателем осуществляется во внеаудиторное время. Порядок начисления баллов аналогичный контрольному мероприятию 8.	экзамен
17	3	Текущий контроль	Проверка отчетов по лабораторным работам	0,15	12	Порядок начисления баллов аналогичный контрольному мероприятию 7.	экзамен
18	3	Курсовая работа/проект	Курсовая работа по органическому синтезу	-	5	Проверка курсовых работ преподавателем осуществляется во внеаудиторное время. Критериями оценки курсовой работы являются: полнота раскрытия выбранной темы, соответствие структуры курсовой работы требованиям, полнота изложения материала в презентации и выступлении, обоснованность выбора источников литературы, соблюдения требований к оформлению курсовой работы. 5 баллов – выполнены все требования к написанию курсовой работы и презентации: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных подходов к синтезу рассматриваемой молекулы; тема раскрыта полностью, выдержан объём, сформулированы выводы; соблюдены требования к оформлению; 4 – основные требования к курсовой работе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём работы; имеются	курсовые работы

					упущения в оформлении; 3 – имеются существенные отступления от требований к оформлению курсовой работы и презентации. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании; отсутствуют выводы, список литературы неполный и т.д.; 2 – имеется существенное непонимание темы курсовой работы; 1 - тема курсовой работы не раскрыта, презентация не подготовлена; 0 - курсовая работа не представлена, презентация не подготовлена.		
19	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	6	Порядок начисления баллов аналогичный контрольному мероприятию 9.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине происходит на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Обучающийся вправе повысить свой рейтинг, пройдя процедуру промежуточной аттестации - экзамен. В этом случае итоговая оценка по дисциплине будет выставляться с учетом баллов, полученных за текущие контрольные мероприятия, согласно формуле $R_d = 0,6 \times R_{тек} + 0,4 \times R_{па}$. Экзамен проводится в форме письменного ответа на билет и последующего устного собеседования. В аудитории одновременно может находиться не более 6 обучающихся. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание из тем, выносимых на зачет. Время для подготовки письменного ответа 30-35 минут. Собеседование проводится по вопросам билета, при неправильном или неполном ответе обучающемуся могут быть заданы уточняющие или новые вопросы по той же теме, а также по другим темам в рамках программы дисциплины.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые работы	За неделю до даты предполагаемой защиты студент готовит письменный вариант курсовой работы и презентацию, включающую информацию по всем разделам курсовой работы и выступление (20-25 мин.). Защита курсовой работы осуществляется в форме выступления с презентацией на одном из практических занятий. Предварительно печатная версия работы и электронная версия презентации предоставляется преподавателю для проверки. К защите студент допускается после устранения всех замечаний.	В соответствии с п. 2.7 Положения

экзамен	Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине происходит на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Обучающийся вправе повысить свой рейтинг, пройдя процедуру промежуточной аттестации - экзамен. В этом случае итоговая оценка по дисциплине будет выставляться с учетом баллов, полученных за текущие контрольные мероприятия, согласно формуле $R_d = 0,6 \times R_{тек} + 0,4 \times R_{па}$. Экзамен проводится в форме письменного ответа на билет и последующего устного собеседования. В аудитории одновременно может находиться не более 6 обучающихся. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание из тем, выносимых на зачет. Время для подготовки письменного ответа 30-35 минут. Собеседование проводится по вопросам билета, при неправильном или неполном ответе обучающемуся могут быть заданы уточняющие или новые вопросы по той же теме, а также по другим темам в рамках программы дисциплины.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
---------	--	---

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ПК-5	Знает: классификацию, номенклатуру и строение органических и элементоорганических соединений, классификацию органических реакций, свойства основных классов органических соединений, основные методы синтеза органических соединений, в том числе с применением металлоорганических катализаторов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-5	Умеет: характеризовать основные химические свойства и методы синтеза органических соединений, использовать справочную литературу, электронные образовательные ресурсы для успешного усвоения теоретического и практического материалов курса	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-5	Имеет практический опыт: проведения процедуры ретросинтетического анализа и планирования синтеза органических веществ заданного строения				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Травень, В. Ф. Органическая химия [Текст] Т. 1 учеб. пособие для вузов по специальности 020201 "Фундам. и приклад. химия" : в 3 т. В. Ф. Травень. - 6-е изд. - Москва: БИНОМ : Лаборатория знаний, 2019. - 368 с. ил.

2. Травень, В. Ф. Органическая химия [Текст] Т. 2 учеб. пособие для вузов по специальности 020201 "Фундам. и приклад. химия" : в 3 т. В. Ф. Травень. - 6-е изд. - М.: БИНОМ : Лаборатория знаний, 2019. - 517 с. ил.
3. Травень, В. Ф. Органическая химия [Текст] Т. 3 учеб. пособие для вузов по специальности 020201 "Фундам. и приклад. химия" : в 3 т. В. Ф. Травень. - 6-е изд. - Москва: БИНОМ : Лаборатория знаний, 2019. - 388 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Реутов, О. А. Органическая химия [Текст] Ч. 1 учебник для вузов по направлению и специальности "Химия": в 4 ч. О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 8-е изд. - М.: Лаборатория знаний, 2020. - 566, [1] с. ил.
2. Реутов, О. А. Органическая химия [Текст] Ч. 2 учебник для вузов по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 9-е изд. - М.: Лаборатория знаний, 2020. - 622, [1] с. ил.
3. Реутов, О. А. Органическая химия [Текст] Ч. 3 учебник для вузов по направлению и специальности "Химия": в 4 ч. О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 7-е изд. - М.: Лаборатория знаний, 2020. - 543, [1] с. ил.
4. Реутов, О. А. Органическая химия [Текст] Ч. 4 учебник для вузов по специальности "Химия" : в 4 ч. О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 6-е изд. - М.: Лаборатория знаний, 2020. - 722, [4] с.
5. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 020101.65 "Химия" В. А. Смит, А. Д. Дильман. - 3-е изд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 750 с. ил.
6. Шарутин, В. В. Именные реакции в химии элементоорганических соединений Текст справочник В. В. Шарутин, В. С. Сенчурин ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 426, [1] с. ил., портр.
7. Шарутин, В. В. Химия элементоорганических соединений Текст учеб. пособие для лаб. работ по направлениям 040401 и 040301 В. В. Шарутин, О. К. Шарутина, В. С. Сенчурин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Орг. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 77, [1] с. ил. электрон. версия

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Химия
2. Журнал общей химии
3. Журнал органической химии
4. Координационная химия
5. Organic syntheses <http://www.orgsyn.org/>
6. Journal of the American Chemical Society (JACS) <http://pubs.acs.org/journal/jacsat>

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Шарутин, В. В. Химия элементоорганических соединений Текст учеб. пособие для лаб. работ по направлениям 040401 и 040301 В. В. Шарутин, О. К. Шарутина, В. С. Сенчурин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Орг. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 77 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Смит, В. А. Основы современного органического синтеза : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. — 7-е эл.изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 753 с. https://e.lanbook.com/book/458327
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Аветисов, А. К. Прикладной катализ : учебник / А. К. Аветисов, Л. Г. Брук ; под редакцией О. Н. Темкина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. https://e.lanbook.com/book/126902
3	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Племенков, В. В. Асимметрический органический синтез : учебное пособие / В. В. Племенков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Казань : КФУ, 2019. — 136 с. https://e.lanbook.com/book/147173
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Методы анализа продуктов органического синтеза : учебное пособие / С. А. Знойко, Т. В. Тихомирова, В. Е. Майзлиш, Г. П. Шапошников. — Иваново : ИГХТУ, 2018. — 151 с. https://e.lanbook.com/book/127519
5	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Бухаров, С. В. Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза : учебное пособие / С. В. Бухаров. — Казань : КНИТУ, 2013. — 268 с. https://e.lanbook.com/book/73483
6	Методические пособия для самостоятельной работы студента	ЭБС издательства Лань	Борисов, И. М. Органический синтез : учебно-методическое пособие / И. М. Борисов, А. З. Исламгулова, Л. Р. Якупова. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2014. — 66 с. https://e.lanbook.com/book/72508
7	Методические пособия для самостоятельной работы студента	ЭБС издательства Лань	Органический синтез. Получение ингибиторов коррозии металлов : учебно-методическое пособие / А. А. Урядников, М. Н. Урядникова, Л. Е. Цыганкова, А. Е. Абрамов. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2023. — 75 с. https://e.lanbook.com/book/416117

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

2. -The Cambridge Cristallographic Data Centre(31.12.2023)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	202 (1а)	мультимедийное оборудование
Лабораторные занятия	204 (1а)	Лабораторное оборудование и реактивы, прибор для определения температуры плавления Stuart SMP 30, ИК-Фурье спектрометр Shimadzu IRAffinity-1S, дифрактометр монокристалльный Bruker D8 Quest
Практические занятия и семинары	307 (1а)	мультимедийное оборудование