

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«05» июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.7 Органический синтез

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

Авторы программы:

Кандидат химических наук, Урядникова Марина Николаевна

Абрамов Алексей Евгеньевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «17» июня 2021 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	11
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	15
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	17
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	17

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-3 Способен применять методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научнотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-3 Способен применять методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	Работает с установками по синтезу органических веществ и применяет общепринятые методы для анализа синтезированных соединений

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-3 Способен применять методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		3	6	7
1	Неорганический синтез	+		
2	Технологическая практика		+	
3	Химическая технология органических веществ			+
4	Химия и экология атмосферы	+		
5	Химия и экология гидросферы	+		

6	Химия природных соединений	+		
---	----------------------------	---	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Органический синтез» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Органический синтез» изучается в 6 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	108
Контактная работа	72
Лабораторные (Лаб. раб.)	72
Самостоятельная работа (СР)	36
Зачет	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.		Формы текущего контроля
		Лаб · раб.	СР	
		О	О	
6 семестр				
1	Синтез дибутилового эфира	6	2	лабораторная работа
2	Синтез циклопентанона	6	4	лабораторная работа
3	Синтез нитробензола	6	4	лабораторная работа
4	Синтез 2,4-дигидроксiben зойной кислоты	6	4	лабораторная работа
5	Синтез 2,5-дигидрокси-п-б ензохинона	6	4	Реферат; лабораторная работа
6	Синтез сульфаниловой кислоты	6	4	лабораторная работа
7	Синтез метилоранжа	6	2	лабораторная работа
8	Синтез 2,4,6-триброманил ина	6	2	лабораторная работа

9	Синтез 1,2-замещённых имидазолинов	6	4	лабораторная работа
10	Синтез имидазола	6	2	лабораторная работа
11	Синтез бензотриазола	6	2	лабораторная работа
12	Синтез соли Стенхауза	6	2	решение практических заданий; лабораторная работа

Тема 1. Синтез дибутилового эфира (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

В круглодонную колбу емкостью 100 мл помещают 50 г н-бутилового спирта и 7 мл конц. H_2SO_4 . Смесь тщательно перемешивают, вставляют насадку Вюрца с дефлегматором, нисходящим холодильником с аллонжем и приемником. Колбу нагревают на слабом пламени спиртовки и отгоняют легкокипящую фракцию (т.кип. около $90^\circ C$), состоящую из спирта и воды.

При отгонке для кипения используют стеклянные капилляры. Когда объем фракции достигнет 6–8 мл, его помещают в делительную воронку и отделяют воду. Спирт возвращают в реакционную колбу. Разделение повторяют до тех пор, пока в отгоняющемся составе не перестанет появляться вода, а реакционная смесь не приобретет бледно-желтую окраску (не следует доводить до сильной окраски жидкости!).

После прекращения разделения и охлаждения реакционную смесь разделяют на делительной воронке, промывают 3 М NaOH до щелочной реакции, затем дважды водой (30 мл) и 30 мл насыщенным раствором $CaCl_2$, высушивают над хлоридом кальция и перегоняют (не досуха, так как при температуре выше точки кипения пары эфира могут воспламениться)

Задания для самостоятельной работы.

Новые синтетические методы: темплатный и матричный синтез, тандемные превращения. Основные этапы химического синтеза. Микроволновый метод проведения синтеза. Субстрат, реагент, растворитель, катализатор. Типы катализа, используемые в органическом синтезе. Межфазные катализаторы: краун-эфиры, четвертичные аммонийные соли. Растворители, применяемые в органическом синтезе. Кислотно-основные свойства растворителей.

Тема 2. Синтез циклопентанона (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

В двугорлую колбу объемом 1 л с установленными термометром, насадкой Вюрца и нисходящим холодильником, помещают хорошо перемешанные 200 г порошкообразной адипиновой кислоты и 10 г тщательно измельченного кристаллического гидроксида бария (можно заменить оксидом бария или карбонатом бария). Важно, чтобы шарик термометра на 5 мм не доходил до дна колбы. Сухую реакционную смесь постепенно нагревают в течение 1,5 ч. доводя температуру смеси до 290 °С. Температуру смеси поддерживают около двух часов до тех пор, пока в колбе не останется лишь небольшое количество сухой массы. Во время нагрева отгоняется циклопентанон (в виде желто-зеленого маслянистого конденсата), вода и небольшое количество адипиновой кислоты. В колбу-приемник предварительно добавляют некоторое количество хлорида кальция для отделения кетона от воды. Полученный циклопентанон промывают небольшим количеством водного раствора соды, насыщенным соевым раствором, сушат над хлористым кальцием и перегоняют с помощью дефлегматора, собирая фракцию при температуре 130 °С

Задания для самостоятельной работы.

Хлорангидриды, смешанные ангидриды, активированные эфиры, ази́ды. Активирующие и конденсирующие агенты: КДИ, реагент Мукаймы, карбодии́миды, реагент Кастро. П Синтезы на основе малонового и ацетоуксусного эфира и их аналогов. Реакции декарбоксилирования, декарбетоксилирования, алкилирования, ацилирования, Кневенагеля, Михаэля, Джаппа-Клингемана. Реакции циклизации карбо- и гетероциклических систем на основе 1,3-дикарбонильных соединений, реакции Ганча и Кнора.

Тема 3. Синтез нитробензола (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

В трехгорлую колбу емкостью 500 мл наливают 77 г конц. HNO_3 , к которой при тщательном перемешивании добавляют 114 г конц. H_2SO_4 . (Все операции проводятся в вытяжном шкафу!) Во время приливания серной кислоты колбу необходимо охлаждать, погружая ее в баню с холодной водой. В колбу помещают термометр, не достигающий до дна колбы примерно на 5 мм, капельной воронкой емкостью 50-100 мл и воздушным обратным холодильником. В капельную воронку помещают 39 г бензола. Бензол из воронки приливают постепенно порциями по 2–3 мл. После прибавления каждой порции бензола содержимое колбы тщательно перемешивают. Каждая новая порция бензола вызывает появление бурой окраски реакционной массы. Скорость добавления бензола должна быть такой, чтобы в процессе прививания не выделялись бурые пары NO_2 . Температуру смеси поддерживают около 55 °С (нельзя допускать перегревания!), при необходимости колбу охлаждают холодной водой. После добавления всего количества бензола колбу помещают на водяную баню и нагревают до 60 °С, и выдерживают при этой температуре 40-50 мин. Реакционную смесь постоянно перемешивают. После выдержки содержимое колбы выливают в толстостенный химический стакан с 500 мл холодной воды при постоянном перемешивании для отделения нитробензола от серной и азотной кислот. Важно знать, что получаемый нитробензол ядовит! Необходимо работать под тягой! После отстаивания смесь кислот тщательно сливают, а готовый продукт переносят в делительную воронку и промывают разбавленным раствором соды (можно использовать разбавленный раствор гидроксида натрия) до прекращения выделения углекислого газа. При встряхивании синтезированной смеси с NaOH или NaHCO_3 нельзя закрывать отверстие делительной воронки, поскольку происходит выделение углекислого газа. После промывки продукт тщательно отделяют и сушат над безводным хлористым кальцием. Через 30 мин жидкость становится прозрачной. После этого нитробензол фильтруют через бумажный фильтр в колбу 100 мл со шлифом, закрывают насадкой Вюрца с термометром до 400 °С, и соединяют с воздушным холодильником Либиха. Колбу нагревают на воздушной бане или на асбестовой сетке, собирают фракцию, кипящую при температуре 207–211 °С. (Во избежание детонации примесевых полинитросоединений следует прекратить перегонку при достижении температуры паров 214 °С)

Задания для самостоятельной работы.

Борогидрид, цианоборогидрид и триацетокси-борогидрид натрия, их применение в синтезе. Реагенты гидроборирования, используемые в синтезе: диборан и его комплексы, дисиами́л- и тексилбораны, 9-BBN, селе́ктриды.

Тема 4. Синтез 2,4-дигидроксibenзойной кислоты (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

В колбу, снабженную обратным холодильником, помещают 5,5 г резорцина, 30 г гидрокарбоната калия и 70 мл дистиллированной воды. Реакционную массу кипятят в течение 2 ч. После этого смесь охлаждают, осторожно подкисляют реакционную массу концентрированной соляной кислотой до $\text{pH} < 7$ (определяют индикаторной бумагой), оставляют на 30 мин в холодильном шкафу для кристаллизации. Выпавший осадок отфильтровывают на воронке Бюхнера, промывают небольшим количеством ледяной воды. Кислоту очищают перекристаллизацией из воды с добавлением активированного угля. Очищенные кристаллы кислоты сушат между листами фильтровальной бумаги

Задания для самостоятельной работы.

Окисление неметаллическими реагентами: диметилсульфоксид, озон, кислород в присутствии катализаторов, диоксид селена, Десс-Мартин периодинан, пероксиды, надкислоты, оксон, N-метилморфолиноксид, диметилдиоксиран, периодат натрия. Эпоксидирование алкенов. Эпоксидирующие агенты: надкарбоновые кислоты, трет-бутилгидропероксид. Стереоселективность реакции в присутствии комплексов ванадия. Энантиоселективное эпоксидирование методами Шарплесса и Якобсона.

Тема 5. Синтез 2,5-дигидрокси-п-бензохинона (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

В круглодонную колбу емкостью 200-500 мл вливают 20 г 50%-го водного раствора NaOH, добавляют 2,75 г гидрохинона. К колбе присоединяют капельную воронку, в которую наливают 10 мл 30% перекиси водорода. К раствору в колбе при постоянном перемешивании из делительной воронки по каплям добавляют раствор H_2O_2 . При добавлении небольшого количества перекиси водорода, раствор в колбе начинает разогреваться, поэтому температуру в колбе необходимо постоянно контролировать, чтобы она не превышала 45 °C. В дальнейшем при приливании перекиси температуру регулируют таким образом, чтобы температура не поднималась выше 50 °C и не опускалась ниже 45 °C. На добавление всего объема H_2O_2 требуется в целом около 20–30 мин. Синтез продолжается в течение 1,5 ч, затем поддерживают температуру ниже 50 °C периодическим охлаждением. Реакционная масса к колбе представляет собой пастообразную оранжево-красную динариевую соль 2,5-гидроксибензохинона. В тот момент, когда экзотермические процессы в колбе прекратятся, реакция считается завершенной. Затем в колбу добавляют 80 г мелкого льда и приливают 23 мл охлажденной концентрированной соляной кислоты. Смесь в колбе выдерживают до окончания процесса кристаллизации 2,5-дигидроксибензохинона. В конце синтеза кристаллы отфильтровывают, промывают небольшими порциями ледяной воды, затем сушат на воздухе

Задания для самостоятельной работы.

Шкала СН-кислотности углеводов. Литирующие агенты алкиллитии, ЛДА, ЛТМП и катализаторы литирования. Реакции литий- и магнийорганических соединений с водой, диоксидом углерода, альдегидами, кетонами, сложными эфирами, нитрилами, эпоксидами, орто-эфирами, третичными амидами, амидами Вайнреба, борными эфирами, непредельными карбонильными соединениями.

Тема 6. Синтез сульфаниловой кислоты (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

В круглодонной колбе на 100-200 мл вносят 10 мл анилина и небольшими порциями при перемешивании добавляют 17 мл концентрированной серной кислоты, смесь при этом нагревается. Колбу снабжают воздушным холодильником и продолжают нагрев в течение 1,5–2 ч при 170–180 °С на масляной бане. Как только при растворении пробы реакционной смеси в небольшом количестве воды при добавлении 10%-й раствор гидроксида натрия до щелочной реакции, и если при этом не выделяются маслянистые капли анилина, синтез считается законченным.

После окончания синтеза, рабочий раствор немного охлаждают, но еще горячую растворенную смесь осторожно при перемешивании стеклянной палочкой выливают в стакан со 150 мл холодной воды. При этом выпадают кристаллы сульфаниловой кислоты. Полученные кристаллы отфильтровывают на воронке Бюхнера, промывают на фильтре небольшим количеством холодной воды.

Сульфаниловая кислота кристаллизуется в виде дигидрата. Кристаллы отфильтровывают, промывая небольшим количеством холодной воды, и высушивают на воздухе

Задания для самостоятельной работы.

Медьорганические реагенты. Получение литийдиалкил- и диарилкупратов и их применение в органическом синтезе. Стереохимия присоединения металлоорганических реагентов к карбонильной группе присоединение по и против правила Крама. Методы образования С-С-связей с помощью реакций кросс-сочетания, катализируемых комплексами палладия. Катализаторы кросс-сочетания. Реакции Сузуки, Хека, Кумады, Бушвальда-Хартвига. Сочетание с терминальными алкинами (реакция Соногаширы). Методы образования С=С связей.

Тема 7. Синтез метилоранжа (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

В химическом стакане на 50 мл растворяют при слабом нагревании 1 г сульфаниловой кислоты в 4 мл 8%-го раствора NaOH. Лакмусовой бумагой определяют pH реакционной смеси, которая должна иметь щелочную среду. Полученный раствор охлаждают на водяной бане, добавляют к нему раствор 0,4 г нитрита натрия в 5 мл воды. Затем смесь охлаждают в водяной бане и выливают ее при перемешивании в стакан емкостью 50 мл, в котором находится 3 мл 7%-й соляной кислоты.

Через 20 мин выпадает осадок белого цвета соли диазония, который применяется дальше в синтезе. Отдельно в стакане емкостью 25 мл растворяют 0,6 мл N,N-диметиланилина в 5 мл 4%-й соляной кислоты. Приготовленный раствор приливают к полученной ранее соли диазония и хорошо перемешивают.

Через 10–20 мин образуется густая паста азосоединения, для превращения которой в натриевую соль добавляют при перемешивании 8%-й раствор гидроксида натрия до сильнощелочной реакции по лакмусу. Смесь нагревают до кипения. При охлаждении на бане с ледяной водой выпадают кристаллы натриевой соли в виде оранжевых кристаллов. Раствор отфильтровывают на воронке Бюхнера и промывают насыщенным раствором хлорида натрия. Метилоранж перекристаллизовывают из воды и сушат на воздухе

Задания для самостоятельной работы.

Медьорганические реагенты. Получение литийдиалкил- и диарилкупратов и их применение в органическом синтезе. Стереохимия присоединения металлоорганических реагентов к карбонильной группе присоединение по и против правила Крама. Методы образования С-С-связей с помощью реакций кросс-сочетания, катализируемых комплексами палладия. Катализаторы кросс-сочетания.

Тема 8. Синтез 2,4,6-триброманилина (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

В круглодонную колбу емкостью 250 – 300 мл помещают анилин объемом 4 мл и 12 мл 7 % раствора соляной кислоты. К полученному раствору добавляют 20 мл дистиллированной воды, закрывают колбу пробкой с двумя трубками, как показано на рис. 5, в которые вставлены две трубки. Одну трубку шлангом соединяют с водоструйным насосом. Другую, концом помещают в раствор анилина. Шлангом эту трубку соединяют с короткой трубкой, вставленной в пробку, закрывающую склянку Вульфа. В склянку Вульфа наливают 7 мл брома и небольшое количество воды для того, чтобы покрыть бром слоем воды. Длинную трубку в склянке Вульфа погружают почти до дна в слой брома. Включают водоструйный насос, который просасывает воздух через установку, насыщая его парами брома. В колбе пары брома реагируют с анилином. Периодически колбу встряхивают. Просасывание воздуха ведут до полного расходования брома. Образовавшийся триброманилин фильтруют на воронке Бюхнера, промывают водой и сушат

Задания для самостоятельной работы.

Получение аминов с помощью металлоорганических реагентов. Арилирование по Ульману.

Тема 9. Синтез 1,2-замещённых имидазолинов (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

В круглодонную колбу вместимостью 250 мл, снабжённую механической мешалкой, термометром, капельной воронкой, насадкой Дина-Старка с обратным холодильником, приливается 0,15 моль жирной кислоты, катализатор КУ-2, массой 10 % от массы кислоты, 50 мл ксилола. Смесь нагревают при интенсивном перемешивании до температуры кипения растворителя. В реакционную массу вводится 0,15 моль ПЭПА. За окончание реакции берётся момент прекращения выделения воды. После окончания синтеза содержимое колбы фильтруется на воронке Бюхнера при температуре 60 оС, отделяя от катализатора, затем отгоняется растворитель. Для этого используется установка для вакуумной перегонки, состоящая из колбы Клайзена на 250 мл, капилляра, термометра, прямого холодильника, аллонжа, приёмника.

Задания для самостоятельной работы.

Гидроборирование алкенов и алкинов. Гидроборирующие реагенты для стереоселективного гидроборирования и восстановления: пинилборан, альпинборан, CBS-оксаборралидины. Алюмогидрид лития, диизобутилалюминий-гидрид (ДИБАЛ-Н), алкоксигидриды алюминия, БИНАЛ-Н.

Тема 10. Синтез имидазола (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

К четырехгорлой круглодонную колбу, которая закреплена на штативе с верхнеприводной мешалкой, присоединяют капельную воронку, термометр, приливают 140 г 25% водного раствора аммиака, при равномерном перемешивании медленно приливают 50 г уксусного альдегида. При добавлении альдегида важно следить за температурой. Она не должна подниматься выше 20 оС. В случае необходимости колбу охлаждают холодной водой. Затем понемногу добавляют 150 г 40% водного раствора глиоксаля. После того, как прилили весь объем глиоксаля, реакционную смесь нагревают на песчаной бане до 70 оС и выдерживают при этой температуре в течение 3-х часов.

Задания для самостоятельной работы.

Восстановление растворяющимися металлами. Восстановление ароматических соединений щелочными металлами в жидком аммиаке

Тема 11. Синтез бензотриазола (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

В химическом стакане на 250 мл растворяют 6 г о-фенилендиамина в смеси с 12 мл уксусной кислоты и 25 мл воды. К полученному раствору при перемешивании небольшими порциями по 2–3 мл добавляют раствор 4 г NaNO_2 в 10 мл воды. Происходит изменение окраски реакционной смеси до оранжево-красной, сопровождающееся увеличением температуры до 70 °С. Раствор охлаждают на водяной бане и нейтрализуют добавлением 2М раствора аммиака до $\text{pH} = 7$, продолжая перемешивать смесь до прекращения выпадения кристаллов. Полученный осадок коричневого цвета отфильтровывают, несколько раз промывают холодной водой и сушат при температуре 75 °С, а затем перекристаллизуют из бензола

Задания для самостоятельной работы.

Пептидный синтез. Стратегия использования защитных групп в пептидном синтезе. Конденсирующие агенты, применяемые в пептидном синтезе. Жидкофазный и твердофазные методы синтеза пептидов. Полимерные матрицы для твердофазного синтеза и области их использования.

Тема 12. Синтез соли Стенхауза (ПК-3)

Лекция.

не предусмотрена

Лабораторные работы.

В круглодонной колбе для органического синтеза на 200 мл смешивают 20 мл спирта с 3,6 мл свежеперегнанным анилином, затем к смеси прибавляют 5,2 г гидрохлорида анилина. После чего, аккуратно, по каплям. в течение 5 мин прикапывают свежеприготовленный раствор фурфурола (3.5 грамма вещества растворяют в 10 мл спирта). Реакционная смесь при добавлении фурфурола быстро начинает краснеть, затем в течение нескольких минут начинается появление окрашенного осадка – соли Стенхауза. Для полноты протекания процесса смесь постоянно перемешивают в течение 1 ч. После истечения времени полученный продукт отфильтровывают на воронке Бюхнера. Для очистки соль суспендируют в изопропанол или бутаноле, перемешивают 5 мин, затем снова отфильтровывают продукт

Задания для самостоятельной работы.

Защитные группы в органическом синтезе. Стратегия использования защитных групп: принципы ортогональной стабильности и модулирования лабильности защитных групп.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

6 семестр

- текущий контроль – 84 балла
- контрольные срезы – 2 среза по 8 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Макс. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Синтез дибутилового эфира	лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы
2.	Синтез циклопентанона	лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы
3.	Синтез нитробензола	лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы

4.	Синтез 2,4-дигидрокси бензойной кислоты	лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы
5.	Синтез 2,5-дигидрокси-п-бензохинона	Реферат(контрольный срез)	8	Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 8 баллов Студент обнаруживает достаточно глубокие знания программного материала, Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений – 6-7 баллов Студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 3-5 баллов Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 2 балла
		лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы
6.	Синтез сульфаниловой кислоты	лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы
7.	Синтез метилоранжа	лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы
8.	Синтез 2,4,6-триброманилина	лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы
9.	Синтез 1,2-замещённых имидазолинов	лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы
10.	Синтез имидазола	лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы
11.	Синтез бензотриазола	лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы
12.	Синтез соли Стенхауза	решение практических заданий(контрольный срез)	8	Верное решение задания – 2 балла, логически верное решение, содержащее ошибку в расчетах – 1 балл, неверное решение - 0 баллов
		лабораторная работа	7	3 балла выполнение лабораторной работы, 2 балла оформление, 2 балла - защита лабораторной работы

13.	Премияльные баллы	10	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за выполнение творческих заданий на выбор студента в зависимости от темы.
14.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	50	студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
15.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

лабораторная работа

Тема 1. Синтез дибутилового эфира

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 2. Синтез циклопентанона

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 3. Синтез нитробензола

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 4. Синтез 2,4-дигидроксibenзойной кислоты

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 5. Синтез 2,5-дигидрокси-п-бензохинона

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 6. Синтез сульфаниловой кислоты

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 7. Синтез метилоранжа

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 8. Синтез 2,4,6-триброманилина

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 9. Синтез 1,2-замещённых имидазолинов

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 10. Синтез имидазола

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 11. Синтез бензотриазола

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 12. Синтез соли Стенхауза

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, расчеты, уравнения реакций, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Реферат

Тема 5. Синтез 2,5-дигидрокси-п-бензохинона

1. Эквиваленты ацил-анионов в реакциях образования углерод-углеродной связи.
2. Перегруппировка Кляйзена.
3. Перегруппировка Коупа.
4. Синтез энантиомерно чистых соединений.
5. Методы образования трехчленного цикла.
6. Методы образования четырехчленного цикла.
7. Анионные и катионные циклизации в синтезе цикlopentanовых систем.
8. Анионные и катионные циклизации в синтезе циклогексановых систем.
9. Гомолитическое присоединение по кратным углерод-углеродным связям.
10. Внутримолекулярные циклизации с участием алкильных радикалов.
11. Реакция Дильса-Альдера.
12. Внутримолекулярные варианты реакции Дильса-Альдера.
13. Метатезис олефинов и ацетиленов.

решение практических заданий

Тема 12. Синтез соли Стенхауза

1. Опишите механизм каталитического гидрирования. Приведите примеры катализаторов гидрирования.
2. Какие катализаторы используются при гомогенном гидрировании? Приведите примеры реакций.
3. Запишите примеры реакций восстановления комплексными гидридами: гидриды бора и алюминия.
4. Запишите структурные формулы борогидрида, цианоборогидрида и триацетокси-борогидрида натрия. Приведите примеры их применения в синтезе.
5. Приведите примеры использования в синтезах следующих реагентов гидроборирования: диборан и его комплексы, дисиамил- и тексилбораны, 9-BBN, селектриды.
6. Как осуществляется гидроборирование алкенов и алкинов. Приведите уравнения реакций.

7. Приведите примеры использования в синтезах следующих гидроборирующих реагентов для стереоселективного гидроборирования и восстановления: пинилборан, альпинборан, CBSоксаборралидины. Алюмогидрид лития, диизобутилалюминий-гидрид (ДИБАЛ-Н), алкоксигидриды алюминия, БИНАЛ-Н.
8. Опишите механизм реакции восстановления растворяющимися металлами.
9. Как протекает восстановление ароматических соединений щелочными металлами в жидком аммиаке. Приведите уравнения реакций.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-3)

1. Основные понятия органического синтеза. Стратегия и тактика органического синтеза.
2. Выбор оптимальной схемы синтеза органического соединения. Выход, количество стадий, доступность реагентов, селективность реакций и другие факторы эффективности схемы органического синтеза. Единичная стадия синтеза.
3. Реакции и методы органического синтеза. Новые синтетические методы: темплатный и матричный синтез, тандемные превращения. Основные этапы химического синтеза.

Типовые задания для зачета (ПК-3)

1. Термодинамическая допустимость реакций.
2. Термодинамический и кинетический контроль.
3. Органические ионы и факторы, определяющие их стабильность.
4. Принцип сборки связи C—C. Гетеролитические реакции.
5. Электрофилы и нуклеофилы в реакциях образования связей C—C.
6. Взаимопревращения функциональных групп.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-3	Способен проводить органический синтез химических веществ с соблюдением техники безопасности
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-3	Неспособен проводить органический синтез химических веществ с соблюдением техники безопасности

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

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы:
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Перевалов В. П., Колдобский Г. И. Тонкий органический синтез: проектирование и оборудование производств : Учебное пособие Для вузов. - пер. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 312 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/446284>

6.2 Дополнительная литература:

1. Петров А.А., Бальян Х.В., Трошенко А.Т. Органическая химия : учебник. - стер. изд.; 5-е изд., перераб. и доп.. - М.: АльянС, 2015. - 622 с.
2. Синютина С.Е. Органический синтез. - Тамбов: [Изд-во ТГУ], 2009. - 1 электрон. опт. диск (CD).
3. Васильева Н.В., Смолина Т.А., Тимофеева В.К., Куплетская Н.Б., Птицына О.А. Органический синтез : учеб. пособие. - М.: Просвещение, 1986. - 367 с.

6.3 Иные источники:

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 МВ 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL:
<http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL:
<https://biblioclub.ru>
3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL:
<https://www.monographies.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.