

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор _____ Хагуров Т.А.

подпись

« 28 » мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
Б1.О.10 ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ ТОНКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО
СИНТЕЗА

Направление подготовки	<u>04.04.01 Химия</u>
Направленность (профиль) <u>на их основе</u>	<u>перспективные соединения и материалы</u>
Форма обучения	<u>очная</u>
Квалификация	<u>магистр</u>

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Избранные главы тонкого органического синтеза» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01. Химия.(уровень магистратура)

Программу составили:

Беспалов А.В., канд. хим. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины «Избранные главы тонкого органического синтеза» утверждена на заседании кафедры органической химии и технологий

протокол №9 «17» мая 2021 г

И.о. заведующего кафедрой канд. хим. наук, доцент Кузнецова С.Л.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры органической химии и технологий

протокол №9 «17» мая 2021 г

И.о. заведующего кафедрой канд. хим. наук, доцент Кузнецова С.Л.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии

протокол № _____ «__» мая 2021 г

Заведующий кафедрой д-р хим. наук, профессор Буков Н.Н.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 «24» мая 2021 г
председатель УМК Фх и ВТ канд. хим. наук Беспалов А.В.



Рецензенты:

Дядюченко Л.В., к.хим.н., ведущий научный сотрудник лаборатории регуляторов роста растений ФБГНУ ВНИИБЗР

Кононенко Н.А. док. хим. наук, профессор кафедры физической химии
ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Избранные главы тонкого органического синтеза» является изучение ряда современных синтетических методов органической химии, а также формирование у студентов знаний и умений, позволяющих использовать новые и эффективные синтетические методы в лабораторном синтезе сложных органических соединений.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи учебной дисциплины «Избранные главы тонкого органического синтеза» состоят в освоении профессиональных знаний и получении профессиональных навыков в области отдельных методов и приемов химического синтеза органических веществ сложного строения.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы тонкого органического синтеза» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 курсе. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-2. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.	
ИОПК-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно их интерпретирует.	базовые и специальные синтетические методы, используемые для лабораторного получения органических веществ сложного строения
	умеет самостоятельно планировать и осуществлять многостадийные синтезы различных органических соединений
	владеет навыками экспериментального проведения многостадийных синтезов различных органических соединений с использованием специального лабораторного оборудования
ИОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.	умеет оформлять результаты экспериментальной работы в соответствии с необходимыми требованиями и делать выводы по полученным результатам
	владеет навыками сравнительного анализа полученных экспериментальных результатов с литературными данными

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего	Форма обучения
------------	-------	----------------

		часов	очная 2 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		64	64
занятия лекционного типа		32	32
лабораторные занятия		32	32
практические занятия			
семинарские занятия			
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0.30	0.3
Самостоятельная работа, в том числе:		125	125
Оформление лабораторных работ		55	55
Самостоятельное изучение теоретического материала		30	30
Подготовка к текущему контролю		40	40
Контроль:			
Подготовка к экзамену		26.7	26.7
Общая трудоемкость	час.	216	216
	в том числе контактная работа	64.3	64.3
	зач. ед	4	4

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые во 2 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Эквиваленты ацил-анионов в реакциях образования углерод-углеродной связи	25	6	-	4	15
2.	Перегруппировки в органическом синтезе	25	6	-	4	15
3.	Метатезис олефинов и ацетиленов	25	6	-	4	15
4.	Реакции домино в органическом синтезе	31	12	-	4	15
5.	Избранные синтезы	83	2	-	16	65
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		32		32	125
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.3	-	-	-	-
	Подготовка к текущему контролю	26.7	-	-	-	-
	Общая трудоемкость по дисциплине	216	-	-	-	-

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Эквиваленты ацил-анионов в реакциях образования углерод-углеродной связи	Применение 1,3-дифенила в качестве эквивалента ацил-анионов: алкилирование, ацилирование и присоединение по Михаэлю дифениллития.	решение задач, КР1
2.	Эквиваленты ацил-анионов в реакциях образования углерод-углеродной связи	Реакции 2-силлил-1,3-дифенил-2-иллития с эпоксидами (перегруппировка Брука). Применение ациклических тиоацеталей в органическом синтезе.	решение задач, КР1

3.	Эквиваленты ацил-анионов в реакциях образования углерод-углеродной связи	Применение монооксидов тиаоацеталей кетена в органическом синтезе. Применение трис(арилтио)ортомуравьиного эфира в органическом синтезе.	решение задач, КР1
4.	Перегруппировки в органическом синтезе	Перегруппировка Кляйзена: схема, механизм реакции. Влияние строения субстрата на скорость протекания и конечный результат реакции. Реакция Кэррола. Катализ перегруппировки Кляйзена кислотами Льюиса.	решение задач, КР1, ЛР1
5.	Перегруппировки в органическом синтезе	Генерация субстратов для [3.3]-сигматропных перегруппировок при помощи реакций олефинирования. Получение ацеталей кетенов.	решение задач, КР1, ЛР1
6.	Перегруппировки в органическом синтезе	Перегруппировка Коупа: общая схема, возможные механизмы. Трансформации циклических систем при помощи перегруппировки Коупа. Стереохимические особенности перегруппировки Коупа. Влияние строения субстрата на скорость протекания реакции. Перегруппировка окси-Коупа.	решение задач, КР1, ЛР1
7.	Метатезис олефинов и ацетиленов	Общие принципы реакции метатезиса. Разновидности реакции. Механизм реакции метатезиса.	решение задач, КР2
8.	Метатезис олефинов и ацетиленов	Катализаторы Широка и Граббса: строение и особенности применения. Метатезис с образованием цикла. Кросс-метатезис: общая схема, классификация субстратов и влияние их строения на стереоселективность реакции.	решение задач, КР2
9.	Метатезис олефинов и ацетиленов	Алкен-алкиновый и алкин-алкиновый метатезис. Применение алкинов для синтеза циклических соединений в реакции метатезиса.	решение задач, КР2
10.	Реакции домино в органическом синтезе	Понятие домино-процесса. Необходимые условия протекания домино-процессов. Способы регулирования реакционной способности отдельных функциональных групп. Биомиметические домино-процессы. Использование многокомпонентных домино-реакций для поиска новых биологически активных препаратов. Классификация домино-реакций.	решение задач, КР2
11.	Реакции домино в органическом синтезе	Общая схема катионных домино-процессов. Катионно-катионные домино-процессы: циклизация Принса/пинаколиновая перегруппировка; раскрытие трехчленного цикла/карбокатионное алкилирование. Катионно-катионные домино-процессы: реакция Назарова/катионная полициклизация; домино-циклизация α,ω -диинсульфидов, реакция Риттера/циклизация Губена-Гёша. Домино-циклизация эпоксидов как пример катионной домино-реакции более высокого порядка.	решение задач, КР2
12.	Реакции домино в органическом синтезе	Катионно-перициклические домино-процессы: Реакция Назарова/[4+3]-циклоприсоединение; катионная циклизация/гетеро-реакция Дильса-Альдера. Катионно-восстановительный процесс семипинаколиновая перегруппировка/восстановление по Тищенко. Общая схема анионно-анионных домино-процессов. Двойная реакция Михаэля. Примеры последовательностей реакция Михаэля/альдольная реакция и реакция Михаэля/реакция Дикмана.	решение задач, КР2
13.	Реакции домино в органическом синтезе	Анионно-анионные домино-реакции: нуклеофильное замещение/реакция Виттига; реакция Кори-Квятковского/реакция Хорнера-Уодсворта-Эммонса; реакция Кнёвенагеля/реакция Михаэля. Трехстадийные анионные домино-процессы: тройная реакция Михаэля, реакция карболитирования. Анионно-радикальные домино-реакции: реакция Михаэля/иницированная радикальная циклизация; реакция Михаэля/самопроизвольная радикальная циклизация. Анионно-перициклические процессы. Примеры последовательностей реакция Кнёвенагеля/гетеро-реакция	решение задач, КР2

		Дильса-Альдера и олефинирование/перициклический процесс. Диазотирование/реакция Хека как пример последовательности типа анионный процесс/реакция, катализируемая переходными металлами. Анионно-восстановительный процесс альдольная реакция/реакция Тищенко.	
14.	Реакции домино в органическом синтезе	Общие принципы классификации реакций внутримолекулярной циклизации. Правила Болдуина. Основные преимущества радикальных домино-процессов. Общие схемы межмолекулярных и внутримолекулярных радикальных домино-реакций, радикального циклоприсоединения. Классификация мономолекулярных свободнорадикальных перегруппировок по Уолтону и МакКэрролу. Радикально-радикальные процессы в синтезе производных лизергиновой кислоты, (+)-паникулатина, ($\pm$)-модгифена, (-)-дендробина. Применение радикально-радикальных домино-процессов для синтеза [6.5.5]-трициклических систем; азотистых гетероциклов. Свободнорадикальные реакции расширения цикла.	решение задач, КР2
15.	Реакции домино в органическом синтезе	Радикальные последовательности типа «бумеранг», влияние условий реакции на выход целевых продуктов. Синтез силилзамещенных аллильных спиртов как пример межмолекулярного радикального домино-процесса. Принципиальные подходы при осуществлении многостадийных радикальных домино-процессов. Семистадийная 6-эндо-триг-циклизация. Влияние типа заместителя на стереохимию подобных превращений. Перициклические домино-процессы: двойная реакция Дильса-Альдера; реакция Дильса-Альдера/сигматропная перегруппировка; реакция Дильса-Альдера/перициклический процесс.	решение задач, КР2
16.	Избранные синтезы	Избранные синтетические последовательности, применяемые для получения некоторых биологически активных соединений.	ЛР1, ЛР2, ЛР3

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Перегруппировки в органическом синтезе	Синтез о-эвгенола. Часть 1. Подготовка необходимого оборудования и очистка реактивов. Получение гваяколлалилового эфира.	ЛР1
2.	Перегруппировки в органическом синтезе	Синтез о-эвгенола. Часть 2. Синтез целевого продукта. Выделение, очистка и идентификация целевого продукта.	ЛР1
3.	Эквиваленты ацил-анионов в реакциях образования углерод-углеродной связи Перегруппировки в органическом синтезе	Применение синтетических эквивалентов ацил-анионов в органическом синтезе. Перегруппировки в органическом синтезе. Механизмы наиболее важных перегруппировок.	решение задач, КР1
4.	Избранные синтезы	Синтез 4-метилгептанона-3.	ЛР2
5.	Избранные синтезы	Синтез этилового эфира 2,3-эпокси-3-метил-фенилпропионовой кислоты. Часть 1. Синтез этилового эфира хлоруксусной кислоты.	ЛР3
6.	Избранные синтезы	Синтез этилового эфира 2,3-эпокси-3-метил-фенилпропионовой кислоты. Часть 2. Синтез целевого продукта.	ЛР3
7.	Избранные синтезы	Синтез этилового эфира 2,3-эпокси-3-метил-фенилпропионовой кислоты. Часть 3. Выделение, очистка и идентификация целевого продукта.	ЛР3

8.	Метатезис олефинов и ацетиленов Реакции домино в органическом синтезе	Применение реакций метатезиса в синтезе органических соединений. Применение домино-реакций в синтезе органических соединений.	решение задач, КР2
----	--	---	--------------------

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР).

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Оформление лабораторных работ	Синтез органических соединений : учебно-методическое пособие / В. В. Доценко, А. В. Беспалов, Д. Ю. Лукина ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2020. - 171 с.: ил. - Библиогр.: с. 170. - ISBN 978-5-8209-1758-5: 80 р. - Текст: непосредственный.
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	1. Смит, В.А. Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Смит, А.Д. Дильман. - Электрон. дан. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 753 с. 2. Эльшенбройх, К. Металлоорганическая химия [Текст] = Organometallchemie / К. Эльшенбройх; пер. с нем. Ю. Ф. Опруненко, Д. С. Перекалина. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 746 с. 3. Титце, Л. Домино-реакции в органическом синтезе [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. Титце, Г. Браше, Герике К.; под ред. Л. И. Беленького; пер. с англ. Л. И. Беленького, К. К. Пивницкого, В. Н. Граменицкой, С. И. Луйксаара. - Электрон. дан. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 674 с.
3	Подготовка к текущему контролю	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «*Избранные главы тонкого органического синтеза*».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме задач для решения в аудитории, тестовых работ и контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и задач к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

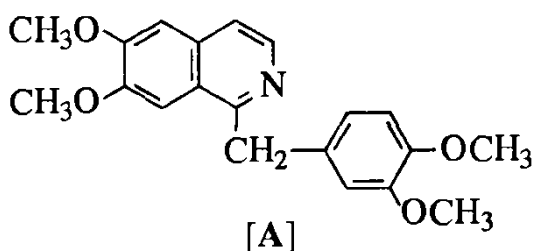
№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно их интерпретирует.	базовые и специальные синтетические методы, используемые для лабораторного получения органических веществ сложного строения	Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача
		умеет самостоятельно планировать и осуществлять многостадийные синтезы различных органических соединений	Лабораторная работа; Задачи для решения в аудитории	Экзаменационная задача
		владеет навыками экспериментального проведения многостадийных синтезов различных органических соединений с использованием специального лабораторного оборудования	Лабораторная работа	-
2	ИОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных	умеет оформлять результаты экспериментальной работы в соответствии с необходимыми требованиями и делать	Лабораторная работа	-

	экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.	выводы по полученным результатам		
		владеет навыками сравнительного анализа полученных экспериментальных результатов с литературными данными	Лабораторная работа	-

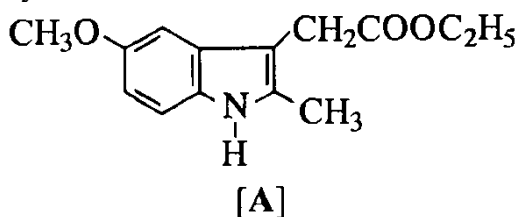
Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Задания для коллективного решения в аудитории

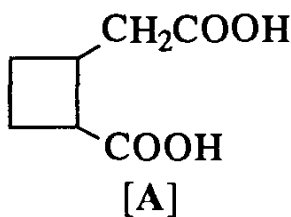
1. Из вератрола (1,2-диметоксибензол) и неорганических реагентов получите алкалоид папаверин А:



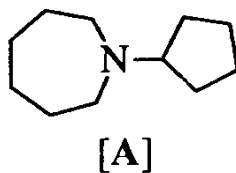
2. Исходя из анизола, ацетоуксусного эфира, хлоруксусной кислоты и неорганических реагентов, получите замещенный индол А:



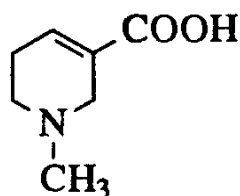
3. Предложите способ синтеза 2-(2-карбоксициклобутил)уксусной кислоты А из аллилхлорида, малонового эфира, этанола и неорганических реагентов.



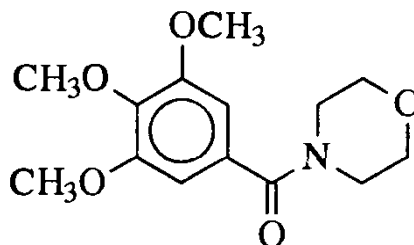
4. Исходя из циклогексанона и неорганических реагентов, получите третичный амин А:



5. Исходя из этилакрилата, метиламина и других необходимых реагентов, осуществите синтез природного алкалоида ареколина, содержащегося в листьях арековой пальмы:

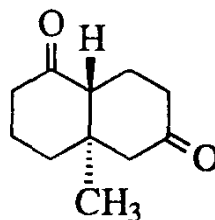


6. Осуществите синтез триоксазина А (триметозин; транквилизатор) из гваякола, морфолина и других необходимых реагентов.



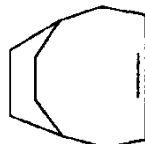
[A]

7. Из резорцина (1,3-дигидроксибензол), метилвинилкетона, метилиодида и других необходимых реагентов получите бициклический дикетон А:



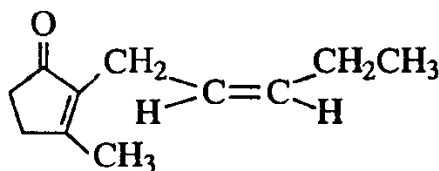
[A]

8. В распоряжении имеются циклогександиол-1,4, малоновый эфир и другие необходимые реагенты. Получите бициклоалкин А. Превратите его в *транс*-алкен.



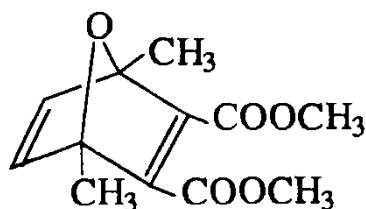
[A]

9. Синтезируйте жасмон А (составная часть запахов цветов жасмина и один из главных компонентов парфюмерных смесей), используя в качестве исходных веществ бутандиаль, пропандитиол-1,3, бутин-1, этиленоксид, формальдегид, метилиодид и другие необходимые реагенты.



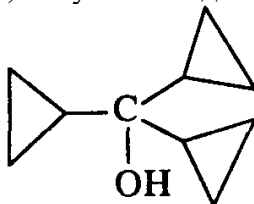
[A]

10. Из ацетилена, малеиновой кислоты и неорганических реагентов получите соединение А.



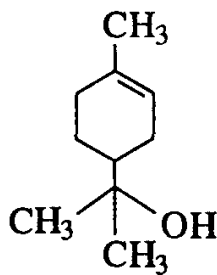
[A]

11. Из малонового эфира, дибромэтана, этанола и других необходимых реагентов, не содержащих циклопропановую группу, получите соединение А.

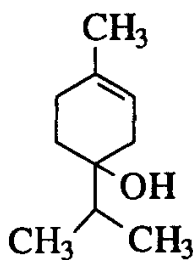


[A]

12. Исходя из *n*-метиланизола, изопропилового спирта, получите рацемическую форму душистого природного соединения – производные терпенового ряда α-терпинеол А и его изомер Б.

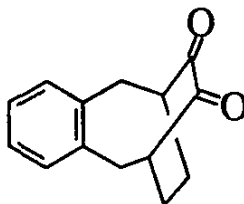


[A]



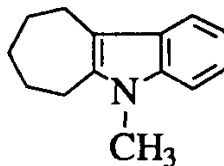
[B]

13. В распоряжении имеются о-ксилол, малоновый эфир, дибромэтан и другие необходимые реагенты. Получите дикетон А.



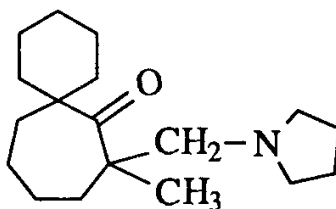
[A]

14. Из циклогексанона, анилина и других необходимых нециклических реагентов получите N-метил-2,3-циклогептеноиндол А.

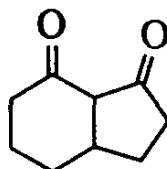


[A]

15. Исходя из циклогексанона, метилиодида, формальдегида, пирролидина и неорганических реагентов получите следующее соединение:

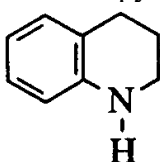


16. Исходя из циклогексанона, винилбромид, этиленгликоля и других необходимых реагентов, получите дикетон А.

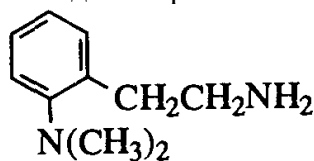


[A]

17. Из вторичного амина А и других необходимых реагентов получите диамин Б.

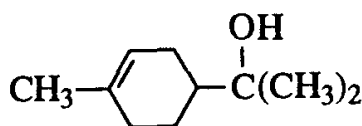


[A]



[B]

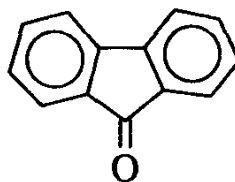
18. Исходя из *n*-метиланизола (метилового эфира *n*-крезола), ацетона и неорганических реагентов, получите α -терпинеол А – один из основных компонентов эфирных масел кардамона, можжевельника, мускатного ореха (имеет запах сирени).



α -терпинеол

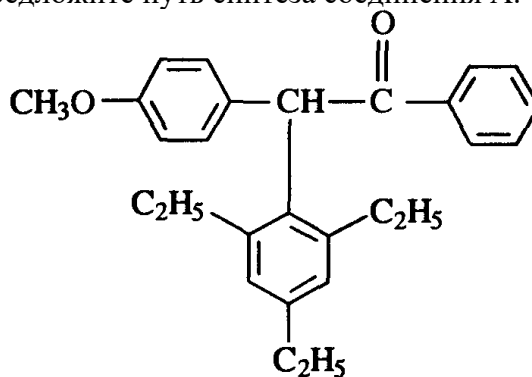
[A]

19. Из *o*-нитротолуола и бензола получите флуоренон А.



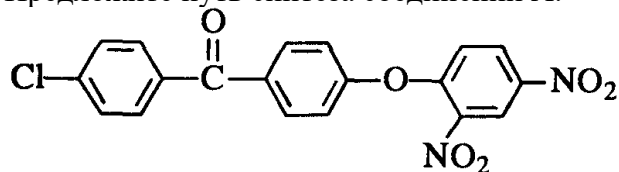
[A]

20. В распоряжении имеются бензол, анизол, этилбромид, ацетофенон и любые неорганические реагенты. Предложите путь синтеза соединения А.



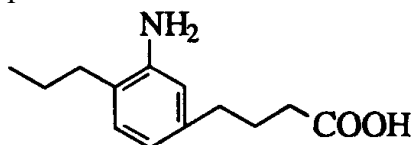
[A]

21. В распоряжении имеются хлорбензол, *n*-хлортолуол, фенол и любые неорганические реагенты. Предложите путь синтеза соединений А.



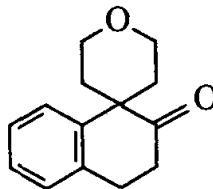
[A]

22. Получите 4-(3-амино-4-пропилфенил)бутановую кислоту А из бензола, янтарного ангидрида и других необходимых реагентов.



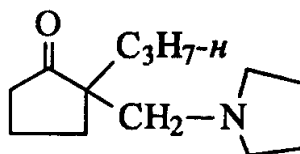
[A]

23. Исходя из β-тетралона (2-оксо-1,2,3,4-тетрагидронафталин), уксусной кислоты, этанола и неорганических реагентов получите спирокетон А.



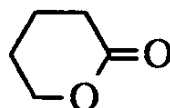
[A]

24. Из адипиновой кислоты, пирролидина, *n*-пропилбромид, формальдегида и других необходимых реагентов получите кетон А.



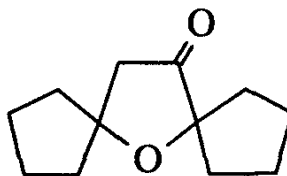
[A]

25. Из диэтиладипата и других необходимых реагентов получите δ-валеролактон А.



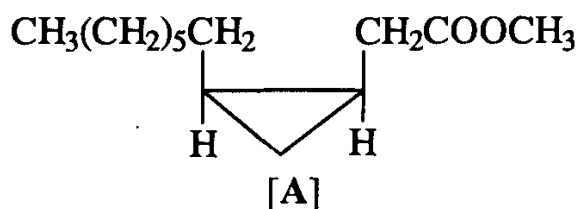
[A]

26. Исходя из ацетилена, циклопентанона и неорганических реагентов получите соединение А.

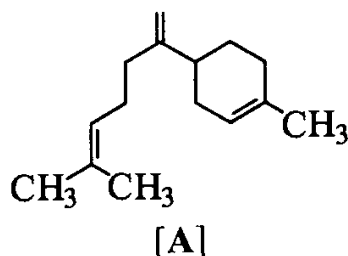


[A]

27. Исходя из гептанола-1, этиленоксида, ацетилена, диазометана и других необходимых реагентов, получите метиловый эфир каскарилловой кислоты А.



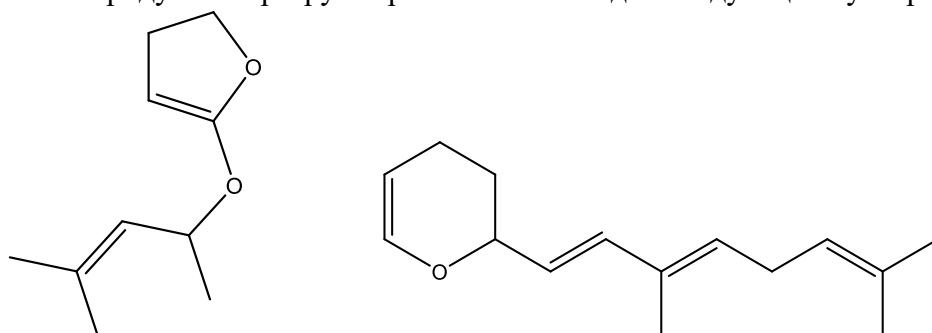
28. Получите изомер дитерпена бисаболена (β - или избисаболен) А из ацетона, трифенилфосфина, метилиодида, ацетилен, метилвинилкетона и 2-метилбутадиена-1,3.



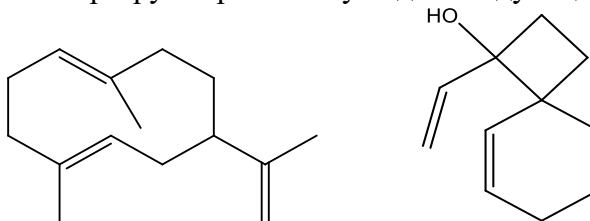
Контрольная работа 1

Вариант 1

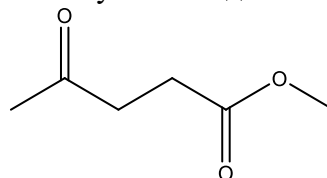
- 1). Приведите два возможных варианта механизма перегруппировки Коупа.
- 2). Напишите продукты перегруппировки Кляйзена для следующих субстратов:



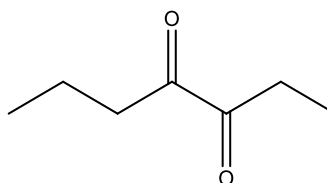
- 3). Напишите продукты перегруппировки Коупа для следующих субстратов:



- 4). Исходя из 1,4-дибромбутана получите цикlopентанон.
- 5). Исходя из метилвинилкетона получите соединение следующего строения:

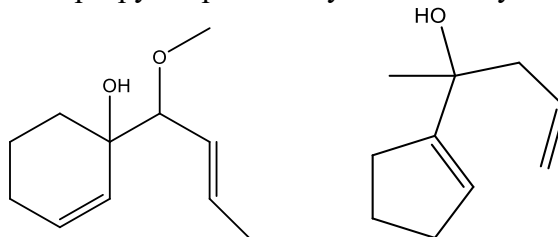


- 6). Исходя из 1,3-дитиана, 1-хлорпропана, бутиллития и любых доступных неорганических реагентов получите соединение следующего строения:

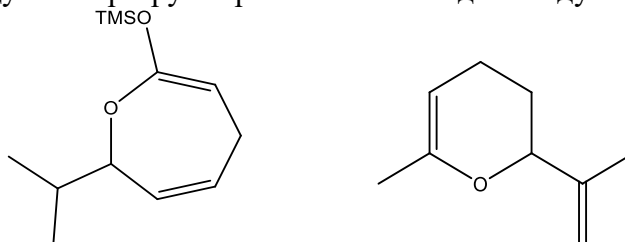


Вариант 2

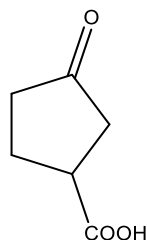
- 1). Приведите механизм перегруппировки Кляйзена.
- 2). Напишите продукты перегруппировки Коупа для следующих субстратов:



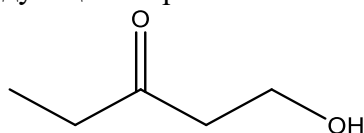
- 3). Напишите продукты перегруппировки Кляйзена для следующих субстратов:



- 4). Исходя из 1,3-дихлорпропана получите циклобутанон.
- 5). Исходя из сопряженного цикlopентенона получите соединение следующего строения:



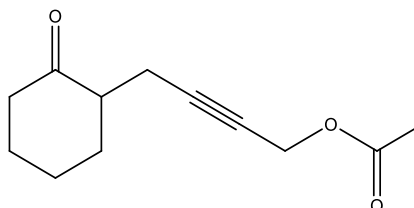
- 6). Исходя из 1,3-дитиана, этилена, бутиллития и любых доступных неорганических реагентов получите соединение следующего строения:



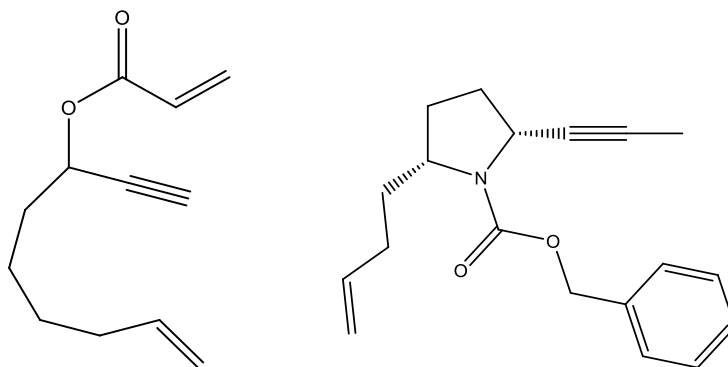
Контрольная работа 2

Вариант 1

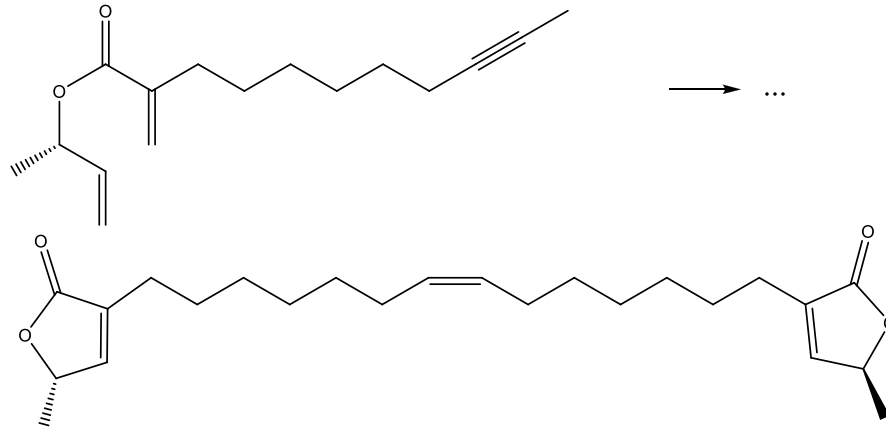
- 1). Приведите общий механизм реакции метатезиса в виде каталитического цикла.
- 2). Изобразите продукт реакции, образующийся при метатезисе этилена и соединения следующего строения:



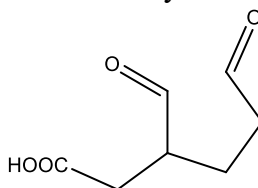
- 3). Изобразите основные продукты внутримолекулярного метатезиса данных соединений:



4). Используя неорганические реагенты и металлокомплексные катализаторы, осуществите цепочку превращений:

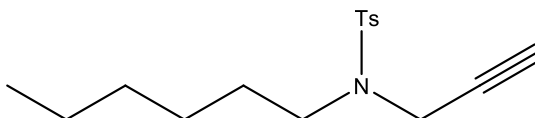


5). Исходя из сопряженного циклопентенона, уксусного ангидрида и любых доступных реагентов получите соединение следующего строения:

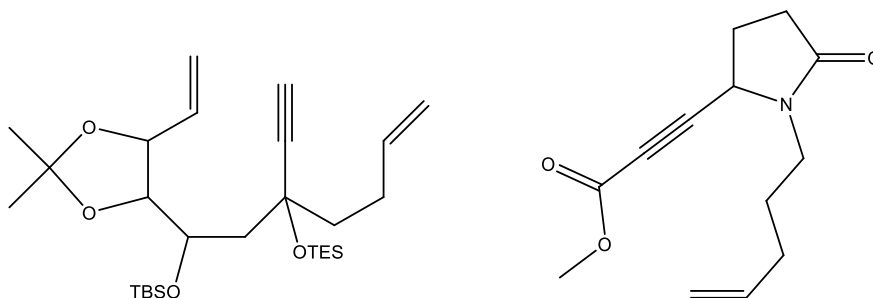


Вариант 2

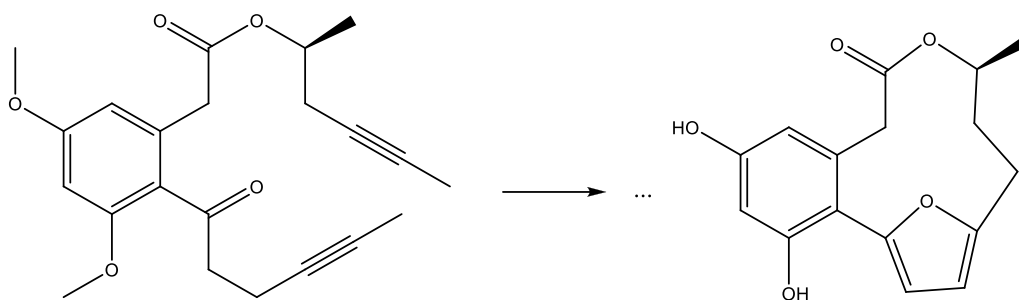
1). Приведите общий механизм реакции метатезиса в виде каталитического цикла.
2). Изобразите продукт реакции, образующийся при метатезисе этилена и соединения следующего строения:



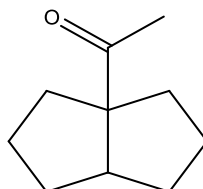
3). Изобразите основные продукты внутримолекулярного метатезиса данных соединений:



4). Используя металлокомплексные катализаторы и необходимые реагенты, осуществите цепочку превращений:



5). Исходя из 1-ацетилциклопентена, аллилбромид и любых доступных реагентов получите соединение следующего строения:



Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа №1

1. Каким образом осуществлялось выделение о-эвгенола?
2. Какая разновидность [3,3]-сигматропной перегруппировки применяется для синтеза о-эвгенола?
3. Какой изомер о-эвгенола встречается в природных объектах? Назовите основные природные источники эвгенола.
4. Для чего в процессе аллилирования гваякола в реакционную смесь помещали безводный карбонат калия?

Лабораторная работа №2

1. Чем интересны 4-метилгептанол-3 и 4-метилгептанон-3 с биологической точки зрения?
2. Предложите альтернативные способы получения 4-метилгептанона-3.
3. Какие окислители целесообразно применять для количественного окисления спиртов в карбонильные соединения?

Лабораторная работа №3

1. Где применяется этиловый эфир 2,3-эпокси-3-метил-3-фенилпропионовой кислоты?
2. Какие методы лабораторного получения эпоксидов Вам известны?
3. Приведите общий механизм синтеза глицидных эфиров по Дарзану.
4. Какую роль в синтезе выполняет трет-бутилат калия?

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

1. Список вопросов для подготовки к экзамену

1. Применение 1,3-дителиана в качестве эквивалента ацил-анионов: алкилирование, ацилирование и присоединение по Михаэлю дитианиллития. Реакции 2-силил-1,3-дителиан-2-иллития с эпоксидами (перегруппировка Брука).

2. Применение ациклических тиацеталей в органическом синтезе. Применение монооксидов тиацеталей кетена в органическом синтезе. Применение трис(арилтио)ортомуравьиного эфира в органическом синтезе.

3. Перегруппировка Кляйзена: схема, механизм реакции. Влияние строения субстрата на скорость протекания и конечный результат реакции.

4. Реакция Кэррола. Катализ перегруппировки Кляйзена кислотами Льюиса.

5. Генерация субстратов для [3.3]-сигматропных перегруппировок при помощи реакций олефинирования. Получение ацеталей кетенов.

6. Перегруппировка Коупа: общая схема, возможные механизмы. Трансформации циклических систем при помощи перегруппировки Коупа.

7. Стереохимические особенности перегруппировки Коупа. Влияние строения субстрата на скорость протекания реакции. Перегруппировка окси-Коупа.

8. Общие принципы реакции метатезиса. Разновидности реакции. Механизм реакции метатезиса.

9. Катализаторы Шрока и Граббса: строение и особенности применения. Метатезис с образованием цикла.

10. Кросс-метатезис: общая схема, классификация субстратов и влияние их строения на стереоселективность реакции.

11. Алкен-алкиновый и алкин-алкиновый метатезис. Применение алкинов для синтеза циклических соединений в реакции метатезиса.

12. Понятие домино-процесса. Необходимые условия протекания домино-процессов. Способы регулирования реакционной способности отдельных функциональных групп.

13. Биомиметические домино-процессы. Использование многокомпонентных домино-реакций для поиска новых биологически активных препаратов. Классификация домино-реакций.

14. Общая схема катионных домино-процессов. Катионно-катионные домино-процессы: циклизация Принса/пинаколиновая перегруппировка; раскрытие трехчленного цикла/карбокатионное алкилирование.

15. Катионно-катионные домино-процессы: реакция Назарова/катионная полициклизация; домино-циклизация α,ω -диинсульфидов, реакция Риттера/циклизация Губена-Гёша. Домино-циклизация эпоксидов как пример катионной домино-реакции более высокого порядка.

16. Катионно-перициклические домино-процессы: Реакция Назарова/[4+3]-циклоприсоединение; катионная циклизация/гетеро-реакция Дильса-Альдера. Катионно-восстановительный процесс семипинаколиновая перегруппировка/восстановление по Тищенко.

17. Общая схема анионно-анионных домино-процессов. Двойная реакция Михаэля. Примеры последовательностей реакция Михаэля/альдольная реакция и реакция Михаэля/реакция Дикмана.

18. Анионно-анионные домино-реакции: нуклеофильное замещение/реакция Виттига; реакция Кори-Квятковского/реакция Хорнера-Уодсворта-Эммонса; реакция Кнёвенагеля/реакция Михаэля.

19. Трехстадийные анионные домино-процессы: тройная реакция Михаэля, реакция карболитирования.

20. Анионно-радикальные домино-реакции: реакция Михаэля/иницированная радикальная циклизация; реакция Михаэля/самопроизвольная радикальная циклизация.

21. Анионно-перициклические процессы. Примеры последовательностей реакция Кнёвенагеля/гетеро-реакция Дильса-Альдера и олефинирование/перициклический процесс.

22. Диазотирование/реакция Хека как пример последовательности типа анионный процесс/реакция, катализируемая переходными металлами. Анионно-восстановительный процесс альдольная реакция/реакция Тищенко.

23. Общие принципы классификации реакций внутримолекулярной циклизации. Правила Болдуина.

24. Основные преимущества радикальных домино-процессов. Общие схемы межмолекулярных и внутримолекулярных радикальных домино-реакций, радикального циклоприсоединения.

25. Классификация мономолекулярных свободнорадикальных перегруппировок по Уолтону и МакКэрролу.

26. Радикально-радикальные процессы в синтезе производных лизергиновой кислоты, (+)-паникулатина, ($\pm$)-модгефена, (-)-дендробина.

27. Применение радикально-радикальных домино-процессов для синтеза [6.5.5]-трициклических систем; азотистых гетероциклов. Свободнорадикальные реакции расширения цикла.

28. Радикальные последовательности типа «бумеранг», влияние условий реакции на выход целевых продуктов. Синтез силилзамещенных аллильных спиртов как пример межмолекулярного радикального домино-процесса.

29. Принципиальные подходы при осуществлении многостадийных радикальных домино-процессов. Семистадийная 6-эндо-триг-циклизация. Влияние типа заместителя на стереохимию подобных превращений.

30. Перициклические домино-процессы: двойная реакция Дильса-Альдера; реакция Дильса-Альдера/сигматропная перегруппировка; реакция Дильса-Альдера/перициклический процесс.

31. Избранные синтетические последовательности, применяемые для получения некоторых биологически активных соединений.

2. Примеры билетов к экзамену

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Кафедра органической химии и технологий

Направление подготовки 04.04.01 - Химия

20__-20__ уч. год

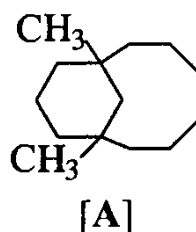
Дисциплина «Избранные главы тонкого органического синтеза»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1.

1. Генерация субстратов для [3.3]-сигматропных перегруппировок при помощи реакций олефинирования. Получение ацеталей кетенов.

2. Диазотирование/реакция Хека как пример последовательности типа анионный процесс/реакция, катализируемая переходными металлами. Анионно-восстановительный процесс альдольная реакция/реакция Тищенко.

3. Исходя из 2,6-диметилциклогексанона, метилового эфира акриловой кислоты, триметилхлорсилана, этанола и неорганических реагентов, получите бициклический углеводород А.



Заведующий кафедрой
органической химии и технологий

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Кафедра органической химии и технологий

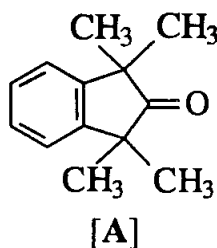
Направление подготовки 04.04.01 - Химия

20__-20__ уч. год

Дисциплина «Избранные главы тонкого органического синтеза»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2.

1. Кросс-метатезис: общая схема, классификация субстратов и влияние их строения на стереоселективность реакции.
2. Классификация мономолекулярных свободнорадикальных перегруппировок по Уолтону и МакКэрролу.
3. Из бромбензола, диизопропилкетона и других необходимых реагентов получите кетон А.



Заведующий кафедрой
органической химии и технологий

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Студент свободно владеет теоретическим материалом (знает как основные, так и специфические синтетические методы, а также механизмы основных реакций) и способен самостоятельно решить экзаменационную задачу.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Студент хорошо владеет теоретическим материалом, знает базовые синтетические

	методы и имеет представление о механизмах основных синтетически важных реакций, способен справиться с экзаменационной задачей при незначительной помощи со стороны преподавателя.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Студент знает базовые синтетические методы, однако плохо разбирается в специфических методах и механизмах основных реакций, с трудом справляется с экзаменационной задачей при существенной помощи со стороны преподавателя.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Студент не способен решить экзаменационную задачу даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении базовых синтетических методов).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Смит, В.А. Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Смит, А.Д. Дильман. - Электрон. дан. - М.: БИНОМ. Лаборатория

знаний, 2015. - 753 с. - <https://e.lanbook.com/book/66366>.

2. Эльшенбройх, К. Металлоорганическая химия [Текст] = Organometallchemie / К. Эльшенбройх; пер. с нем. Ю. Ф. Опруненко, Д. С. Перекалина. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 746 с.

3. Титце, Л. Домино-реакции в органическом синтезе [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. Титце, Г. Браше, Герике К.; под ред. Л. И. Беленького; пер. с англ. Л. И. Беленького, К. К. Пивницкого, В. Н. Граменицкой, С. И. Луйксаара. - Электрон. дан. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 674 с. - <https://e.lanbook.com/book/94100>.

5.2. Периодическая литература

1. Успехи химии - российский научный журнал, публикующий обзорные статьи по актуальным проблемам химии и смежных наук.

2. Журнал органической химии - российский научный журнал, публикующий статьи по теоретическим проблемам органической химии, механизмам реакций органических соединений, соотношениям между физическими свойствами, реакционной способностью и строением, по новым реакциям и методам получения органических соединений, по основным проблемам развития важнейших направлений органического синтеза.

3. Журнал общей химии – один из крупнейших российских научных журналов, отражающих основные направления развития химии, публикующий работы, посвящённые актуальным общим вопросам химии и проблемам, возникающим на стыке различных разделов химии, а также на границах химии и смежных с ней наук (металлоорганические соединения, элементоорганическая химия, органические и неорганические комплексы, механохимия, нанохимия и т. д.).

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com

5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>

2. Scopus <http://www.scopus.com/>

3. ScienceDirect www.sciencedirect.com

4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>

5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>

8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>

9. Springer Journals <https://link.springer.com/>

10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>

11. Springer Nature Protocols and Methods

<https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>

12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>

13. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>.

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru](http://mschool.kubsu.ru;);
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

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

Успешное изучение дисциплины «Избранные главы тонкого органического синтеза» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;
- 3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

- 1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;
- 2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

При подготовке к практическому занятию (семинару) рекомендуется:

- 1) ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;
- 2) поработать с конспектом лекции по теме занятия, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

При выполнении практической работы студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения. с целью последующей консультации у преподавателя. Каждый студент должен стремиться активно работать на практических занятиях и успешно выполнять тестовые проверочные работы.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) — дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория органической химии (ауд. 414С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, весы лабораторные электронные А&D ЕК-410i, электроплитки – 10 шт., сушильный шкаф, мешалки механические – 8 шт., мешалки магнитные ИКА HS 7 – 8 шт., ротационные испарители – 2 шт., рефрактометр ИРФ-454 Б2М, приборы для определения температуры плавления ПТП – 8 шт., химические реактивы.	Microsoft Windows; Microsoft Office

Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.
--	--

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office