



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

*С. Стоник*  
(подпись)

· 5 »

февраля

2021 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

*С. Стоник*  
(подпись)

« 5 »

февраля

2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Органический синтез**  
**Направление подготовки 04.03.01 Химия**  
**профиль «Биоорганическая и медицинская химия»**  
**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 8

лекции 20 час.

практические занятия 0 час.

лабораторные работы 90 час.

в том числе с использованием MAO лек. /пр. /лаб. 36 час.

всего часов аудиторной нагрузки 110 час.

самостоятельная работа 70 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы не предусмотрены

курсовая работа 8 семестр

экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 17 июля 2017 г. № 671.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры органической химии ШЕН протокол №763 (1/21) от « 27» января 2021 г.

Заведующий кафедрой органической химии ШЕН к.х.н., доцент Жидков М.Е.

Составитель: к.х.н., доцент Андин А.Н.

Владивосток  
2021

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

**Цель:** обучение студентов теоретическим основам современного синтеза органических соединений, методам постановки синтетического эксперимента.

**Задачи:**

- 1) Формирование знаний основных принципов синтонного подхода при планировании синтеза соединения;
- 2) Формирование навыков постановки синтетического эксперимента;
- 3) Формирование знаний по установлению строения органических соединений с использованием современных физических методов исследования.

В процессе изучения дисциплины формируются следующие компетенции:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК -1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР
		ПК -1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР
		ПК -1.3 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР
		ПК -1.4 Готовит объекты исследования
Технологический	ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК -3.1 Планирует отдельные стадии технических испытаний при наличии общего плана НИОКР
		ПК -3.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР
		ПК -3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		ПК -3.4 Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР
Технологический	ПК-4 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	ПК -4.1 Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства
		ПК -4.2 Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1	Знает о последних достижениях в области химии и органического синтеза
	Умеет спланировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР
	Владеет теоретическими и экспериментальными основами синтеза органических соединений
ПК-1.2	Основные компьютерные программы для обработки и представления результатов исследования
	Интерпретировать спектральные данные полученных соединений, обобщать научный материал, применять полученную информацию в новой ситуации.
	Владеет навыками представления результатов НИР в виде докладов и отчетов
ПК-1.3	Знает основные методы исследования органических веществ и материалов
	Умеет выбрать средства и методы для решения поставленной задачи
	Владеет современными физическими методами установления строения органических соединений
ПК-1.4	Знает основные естественно-научные законы и закономерности развития химической науки
	Умеет применять новые методы исследования для проведения новых реакций и получения новых веществ
	Владеет навыками работы с научной литературой и базами данных.
ПК-3.1	Знает о последних достижениях в области химии и органического синтеза
	Умеет спланировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР
	Владеет теоретическими и экспериментальными основами синтеза органических соединений
ПК-3.2	Знает основы проектной деятельности
	Умеет составлять проекты планов НИР
	Владеет навыками представления результатов НИР в виде

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	докладов и отчетов
ПК-3.3	Знает основные методы установления строения органических соединений
	Умеет выбрать средства и методы для решения поставленной задачи
	Владеет методами установления строения органических соединений
ПК-3.4	Знает определения основных понятий в области органического синтеза
	Умеет применять новые методы исследования для проведения новых реакций и получения новых веществ
	Владеет способностью обобщить литературные сведения по теме с учетом последних достижений
ПК-4.1	Знает основные этапы характеристики химических продуктов
	Умеет выполнять стандартные операции на необходимом оборудовании для характеристики химического сырья
	Владеет основными навыками характеристики продуктов химического производства
ПК-4.2	Знает основы отчетности по химической продукции
	Умеет составлять протоколы испытаний и паспорта химической продукции
	Владеет навыками составления отчетов о выполненной работе по заданной форме

### 1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Модуль 1	8	10	45	0	0	43	27	экзамен
2	Модуль 2	8	6	28	0				
3	Модуль 3	8	4	17	0				
	Итого:	180	20	90	0	0	43	27	

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

**МОДУЛЬ 1. Введение в органический синтез. Синтезы моно- и полифункциональных соединений. (10 час)**

**Раздел I. Цели органического синтеза. Единичная стадия синтеза. Характеристика веществ, участвующих в синтезе. (2 час)**

**Тема 1. Цели, задачи и проблемы современного органического синтеза.**

Предмет органического синтеза. Краткий исторический экскурс. Цели и задачи органического синтеза. Проблемы современного органического синтеза. Современная техника проведения синтетического эксперимента.

**Тема 2. Единичная стадия синтеза.**

Единичная стадия синтеза. Параметры синтеза. Вещества, участвующие в синтезе: субстрат, реагент, растворитель, катализатор, их типы. Понятие о синтетических эквивалентах.

**Раздел II. Этапы синтеза. Синтонный подход в органическом синтезе. Классификация синтонов. (2 час)**

**Тема 1. Этапы синтеза.**

Этапы синтеза (планирование эксперимента, сборка аппаратуры, подготовка исходных веществ; приведение реагирующих веществ в контакт и контроль за ходом реакции; выделение и очистка; характеристика).

**Тема 2. Синтонный подход в органическом синтезе. Классификация синтонов.**

Понятие о синтонах. Характеристика различных типов синтонов (донорные (d-), акцепторные (a-), радикальные (r-)). Примеры реакций с участием синтонов различного типа. Подробный обзор реагентов для каждого типа синтонов.

**Раздел III. Обращение полярности. Введение нефункциональных групп в углеродный скелет. Синтезы монофункциональных соединений. (1 час)**

**Тема 1. Обращение полярности. Введение нефункциональных групп в углеродный скелет.**

Обращение полярности, основные способы ее достижения. Введение нефункциональных групп в углеродный скелет. Взаимодействия по типу  $d + a$ . Донорные и акцепторные реагенты. Проблемы регио- и стереоселективности, пути их разрешения.

**Тема 2. Синтезы монофункциональных соединений (начало).**

Синтезы монофункциональных соединений. Синтезы спиртов. Стереохимические особенности присоединения реактивов Гриньяра. Правило Крама.

**Раздел IV. Синтезы монофункциональных соединений (продолжение). Синтезы алкенов. (1 час)**

**Тема 1. Синтезы монофункциональных соединений (продолжение) (1 час).**

Синтезы карбонильных соединений. Синтезы карбоновых кислот. Синтезы аминов.

**Тема 2. Синтезы алкенов.**

Синтезы алкенов. Стереохимия реакции Виттига. Синтез тетразамещенных алкенов. Принцип Эшенмозера.

**Раздел V. Синтез 1,2-дифункциональных соединений. Синтез 1,3-дифункциональных соединений (начало). (1 час)**

**Тема 1. Синтез 1,2-дифункциональных соединений.**

Синтезы 1,2-дифункциональных соединений, содержащих различные функциональные группы. Стратегия  $a^1 + d^1$ . Синтезы циангидринов, нитроспиртов, гидроксикарбонильных соединений. Стратегия  $r^1 + r^1$ . Пинаконовое восстановление и ацилоиновая конденсация.

**Тема 2. Синтез 1,3-дифункциональных соединений (начало).**

Синтезы 1,3-дифункциональных соединений. Стратегия  $a^1 + d^2$ . Реакция альдольно-кетоновой конденсации. Общие положения. Зависимость регионарности от типа реагирующих веществ и условий. Реакции с участием формальдегида и ароматических альдегидов.

**Раздел VI. Синтез 1,3-дифункциональных соединений (продолжение). (1 час)**

**Тема 1. Направленная альдольная конденсация. Стереохимия альдольной конденсации.**

Обращение карбонильной и метиленовой компонент. Стереохимия альдольной конденсации. Структура переходных состояний.

**Тема 2. Реакции, родственные альдольно-кетоновой конденсации .**

Реакции Манниха, Кневенагеля, Перкина, сложноэфирная конденсация и др. Примеры получения структур различного типа с помощью указанных реакций.

**Раздел VII. Синтез 1,4-дифункциональных соединений. Синтез 1,5-дифункциональных соединений (начало). (1 час)**

**Тема 1. Синтез 1,4-дифункциональных соединений.**

Синтезы 1,4-дифункциональных соединений. Стратегия  $a^2+d^2$ . Синтезы симметричных и несимметричных 1,4-дикетонов. Алкилирование енаминов  $\alpha$ -галогенкетонами и реакции димеризации.

**Тема 2. Синтез 1,5-дифункциональных соединений (начало).**

Синтезы 1,5-дифункциональных соединений. Стратегия  $a^3+d^2$ . Синтезы 1,5-дикетонов различного строения. Реакция Михаэля. Общие положения. Дальнейшие внутримолекулярные и межмолекулярные превращения 1,5-дикетонов (внутримолекулярная альдольно-кетоновая конденсация, получение трикетонов Костанецкого и др.).

**Раздел VIII. Синтез 1,5-дифункциональных соединений. (1 час)**

**Тема 1. Модификации реакции Михаэля (1 час).**

Модификации реакции Михаэля. Вариант Робинсона, сравнение регионарности классической и термической реакции Михаэля. Взаимодействие енаминов и енолятов с  $\alpha,\beta$ -непредельными акцепторами. Способы образования енолятов. Реакция Мукайямы.

**Тема 2. Некоторые специфические варианты реакции Михаэля.**

Реакции с участием нестандартных реакционных центров (винильных  $\alpha$ -положений и др.). Использование синтетических эквивалентов  $\alpha,\beta$ -непредельных соединений.

**МОДУЛЬ 2. Синтез карбоциклов. Избранные типы реакций органических соединений. (6 час)**

**Раздел I. Синтезы карбоциклов (начало). (2 час)**

**Тема 1. Синтезы карбоциклов. Общие положения.**

Основные подходы. Стратегии  $d + a$  и  $r + r$ . Правила Болдуина, определяющие благоприятность или неблагоприятность процесса циклизации.

**Тема 2. Синтезы трех- и четырехчленных циклов.**

Синтезы циклопропанов (циклоприсоединение карбенов, внутримолекулярные реакции). Синтезы циклобутанов (фотохимические



циклизации). Синтезы полициклических систем, содержащих 4-членные циклы.

## **Раздел II. Синтез карбоциклов (продолжение). Расщепление углерод-углеродной связи. 1,6-Дифункциональные соединения. (1 час)**

### **Тема 1. Синтезы пяти- и шестичленных циклов.**

Синтезы 5- и 6-членных циклов внутримолекулярным взаимодействием полярных синтонов. Использование реакции Дильса-Альдера для построения 6-членных циклов. Требования к структуре диена и диенофила. Регио- и стереонаправленность диенового синтеза. Использование реакции Дильса-Альдера для построения полициклических систем с 6-членными циклами.

### **Тема 2. Расщепление углерод-углеродной связи. 1,6-Дифункциональные соединения.**

Реакции деградации. Термическая (декарбоксилирование), окислительная (озонолиз, действие перманганата на алкены), гидролитическое расщепление.

## **Раздел III. Восстановление органических соединений. (1 час)**

### **Тема 1. Восстановление непредельных и ароматических углеводов.**

Реакции восстановления. Типы реагентов-восстановителей (водород на катализаторе, системы металл + донор протонов, комплексные гидриды, доноры атомарного водорода, соединения металлов с переменной валентностью). Основные восстановительные реакции. Восстановление кратных связей (двойных и тройных (стереохимия)); ароматического ядра (полное и частичное).

### **Тема 2. Восстановление функциональных производных.**

Восстановление спиртов до углеводов; эпоксидов до спиртов; галогенпроизводных до углеводов; карбонильных соединений до спиртов или углеводов; производных карбоновых кислот (сложных эфиров, галогенангидридов до спиртов или альдегидов; амидов и нитрилов до аминов или альдегидов); азотсодержащих групп (нитрозо-, нитросоединений до аминов).

## **Раздел IV. Окисление органических соединений. (1 час)**

### **Тема 1. Окисление спиртов и алкенов.**

Реакции окисления. Типы реагентов-окислителей (соединения переходных и благородных металлов, соединения неметаллов VI и VII групп, некоторые органические соединения). Основные окислительные реакции. Окисление спиртов до карбонильных соединений; цис- и транс-гидроксилирование двойных связей (получение гликолей).

### **Тема 2. Окисление $\alpha$ -положений.**

Окисление  $\alpha$ -положений карбонильных соединений (до гидроксильной или карбонильной группы), аллильного и бензильного положений (до гидроксильной, карбонильной или карбоксильной группы).

### **Раздел V. Реакции элиминирования. Реакции обмена. (1 час)**

#### **Тема 1. Реакции элиминирования.**

Реакции элиминирования. Дегидратация, дегидрогалогенирование, дегалогенирование, расщепление четвертичных аммониевых оснований и N-оксидов аминов. Влияние условий, типа субстрата и реагента на регио- и стереоселективность процессов.

#### **Тема 2. Реакции обмена.**

Реакции обмена. Синтез галогенпроизводных. Влияние типов субстратов и реагентов и условий на стереохимический результат. Синтез галогенангидридов. Синтез простых и сложных эфиров.

## **МОДУЛЬ 3. Защита функциональных групп. Планирование многостадийных синтезов. (4 час)**

### **Раздел I. Защитные группы в органическом синтезе. (1 час)**

#### **Тема 1. Защита нуклеофильных групп (гидрокси- и аминогрупп).**

Защитные группы в органическом синтезе, их роль при планировании многостадийных синтезов. Защита гидроксильной группы (образование простых метиловых, бензиловых, тритиловых, триметилсилиловых эфиров, тетрагидропиранильная защита, образование сложных эфиров по реакции ацилирования). Защита аминогруппы (ацилирование, карбобензокси- и ВОС-защита).

#### **Тема 2. Защита электрофильных групп (карбонильной и карбоксильной).**

Защита карбонильной группы (образование диоксоланов). Защита карбоксильной группы (образование метиловых и бензиловых эфиров, образование оксазолинов).

### **Раздел II. Планирование многостадийных синтезов. (2 час)**

#### **Тема 1. Стратегия и тактика синтеза.**

Вопросы стратегии и тактики при планировании многостадийных синтезов. Линейная и блочная стратегии синтеза. Требования, предъявляемые к многостадийным синтезам.

#### **Тема 2. Ретросинтетический анализ.**

Использование ретросинтетического подхода при анализе сложных молекул. Использование графов типа "синтетическое дерево". Понятие о трансформах и ретронах.

### **Раздел III. Планирование многостадийных синтезов относительно простых молекул, содержащих разные функции. Синтезы сложных молекул. (1 час)**

#### **Тема 1. Планирование синтеза моно- и полифункциональных соединений.**

Ретросинтетический анализ и планирование синтеза линейных и циклических молекул разнообразного строения, содержащих одну функциональную группу.

Ретросинтетический анализ и планирование синтеза линейных и циклических полифункциональных соединений, содержащих кратные связи.

#### **Тема 2. Планирование многостадийных синтезов сложных полифункциональных молекул. Литературные данные по синтезу сложных природных соединений .**

Планирование многостадийных синтезов сложных полифункциональных молекул, в том числе природных соединений (алкалоидов, стероидов и др.), их производных и структурных аналогов.

Обзор и анализ описанных в литературе многостадийных синтезов сложных природных соединений (алкалоидов, стероидов, углеводов, их производных и аналогов).

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Лабораторные работы (90 час).**

**Методы активного обучения (МАО) 36 час.**

#### **Лабораторная работа 1. Синтез 2-диметиламинометил-1-фенилциклогексанола (15 час).**

МАО 6 час (метод проектов).

1. Подготовка и очистка исходных веществ.
2. Получение соли основания Манниха циклогексанона.
3. Получение свободного основания Манниха циклогексанона.
4. Проведение реакции Гриньяра между основанием Манниха и фенилмагнийбромидом.
5. Выделение, очистка и характеристика продукта реакции.

#### **Лабораторная работа 2. Синтез фенилина (15 час).**

МАО 6 час (метод проектов).

1. Подготовка и очистка исходных веществ.

2. Получение фенилуксусной кислоты взаимодействием бензил-магнийхлорида и углекислоты.
3. Получение бензальфталида конденсацией фталевого ангидрида и фенилуксусной кислоты.
4. Получение фенилина перегруппировкой бензальфталида в щелочной среде.
5. Выделение, очистка и характеристика продукта реакции.

### **Лабораторная работа 3. Синтез сульфаниламида (15 час).**

МАО 6 час (метод проектов).

1. Подготовка и очистка исходных веществ.
2. Получение N-ацетилсульфаниловой кислоты взаимодействием ацетанилида и серной кислоты.
3. Получение амида N-ацетилсульфаниловой кислоты взаимодействием N-ацетилсульфаниловой кислоты с  $PCl_5$  и далее с аммиаком.
4. Получение сульфаниламида кислотным гидролизом амида N-ацетилсульфаниловой кислоты.
5. Выделение, очистка и характеристика продукта реакции.

### **Лабораторная работа 4. Синтез цинхофена (15 час).**

МАО 6 час (метод проектов).

1. Подготовка и очистка исходных веществ.
2. Проведение реакции между изатином и ацетофеноном.
3. Выделение, очистка и характеристика продукта реакции.

### **Лабораторная работа 5. Синтез пургена (фенолфталеина) (15 час).**

МАО 6 час (метод проектов).

1. Подготовка и очистка исходных веществ.
2. Проведение реакции между фталевым ангидридом и фенолом.
3. Выделение, очистка и характеристика продукта реакции.

### **Лабораторная работа 6. Синтез салицилового альдегида (15 час).**

МАО 6 час (метод проектов).

1. Подготовка и очистка исходных веществ.
2. Проведение реакции формилирования по Раймеру-Тиману для фенола.
3. Выделение продукта реакции.

4. Получение бисульфитного производного, его очистка и характеристика.

**Самостоятельная работа (70 час).**

Решение задач (43 час).

Подготовка к экзамену (27 час).

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Органический синтез» включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

**Органический синтез (70 час).**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1.	1-18 нед.	Решение задач № 1-14	43 час	Опрос перед началом занятия
2.		Подготовка к экзамену	27 час	Экзамен

**Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению.**

Задания для самостоятельной работы студентов представляют собой вопросы и задачи по основным разделам органического синтеза. Целью

указанных заданий является систематизация и обобщение теоретических знаний по каждому модулю дисциплины.

Методические рекомендации:

Для решения задач № 1,2 целесообразно обратиться к модулю 1, разделу 1, теме 2 теоретического материала.

Для решения задач № 3,4 целесообразно обратиться к модулю 1, разделу 2, теме 2 теоретического материала.

Для решения задачи № 5 целесообразно обратиться к модулю 1, разделу 3, теме 1 теоретического материала.

Для решения задачи № 6 целесообразно обратиться к модулю 1, разделу 4, теме 1 теоретического материала.

Для решения задачи № 7 целесообразно обратиться к модулю 1, разделу 6, теме 1 теоретического материала.

Для решения задачи № 8 целесообразно обратиться к модулю 1, разделу 7, теме 1 теоретического материала.

Для решения задачи № 9 целесообразно обратиться к модулю 1, разделу 6, теме 2 и модулю 1, разделу 8, теме 1 теоретического материала.

Для решения задачи № 10 целесообразно обратиться к модулю 1, разделу 8, теме 1 теоретического материала.

Для решения задач № 11, 12 целесообразно обратиться к модулю 2, разделу 2, теме 1 теоретического материала.

Для решения задачи № 13 целесообразно обратиться к модулю 2, разделу 3, теме 2 теоретического материала.

Для решения задачи № 14 целесообразно обратиться к модулю 2, разделу 4, теме 2 и модулю 3, разделу 1, теме 2 теоретического материала.

**Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы.**

Все самостоятельные внеаудиторные работы представляются на бумажных носителях и сохраняются в рабочей папке студента. После выполнения работы производится ее защита студентом.

**Критерии оценки выполнения самостоятельной работы.**

- 1) уровень освоения студентом учебного материала;
- 2) умение использовать теоретические знания при выполнении конкретной практической задачи;
- 3) обоснованность и четкость изложения ответа;
- 4) оформление материала в соответствии с требованиями; уровень самостоятельности студента при выполнении СР.

**Вопросы и задачи для самостоятельной работы.**

1. По каким основным критериям могут быть классифицированы растворители ?

2. Поясните принцип действия межфазового катализа на примере: а) окисления дифенилметана в бензофенон в системе  $\text{KMnO}_4$  – 18-краун-6 – бензол – вода; б) гидролиз 1-хлоргексана в гексанол-1 в системе  $\text{KOH}$  – триэтилбензиламмоний хлорид – бензол – вода.

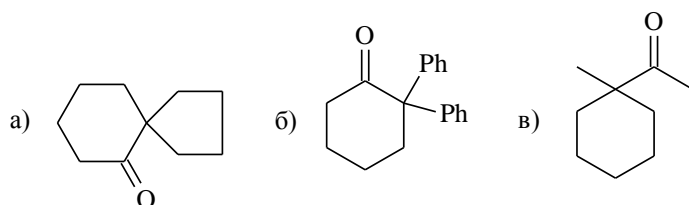
3. Приведите примеры реакций, в которых участвуют следующие реагенты, соответствующие  $d^1$ -синтонам:

а)  $\text{CN}^-$ ; б)  $\text{CH}_3\text{CHNO}_2$ ; в)  $\text{CH}_3\text{C}^-(\text{SEt})_2$ ; г)  $\text{Ph}_3\text{P}=\text{CHCH}_3$

4. Напишите реакции следующих реагентов, соответствующих  $a^2$ -синтонам: а) 1,2-эпоксидбутана с фенилмагнийбромидом; б) нитроэтена с ацетофеноном; в) хлорацетона с енамином циклогексанона. Какому еще синтону, кроме  $a^2$ , соответствует хлорацетон ?

5. Проводят метилирование 2-метилциклогексанона метилиодидом в различных условиях: а) ЛДА, эфир,  $-70^\circ\text{C}$ ; б) триэтиламин, ДМФА,  $80^\circ\text{C}$ . Какой продукт будет образовываться в каждом случае ? Сделайте вывод, исходя из структуры альтернативных енолятов. Образование какого енолята контролируется кинетически, а какого – термодинамически ?

6. Приведенные ниже соединения получены в результате пинаколиновой перегруппировки. Какие пинаконы были для этого использованы (учтите, что в каждом случае могут быть использованы два альтернативных пинакона) ?

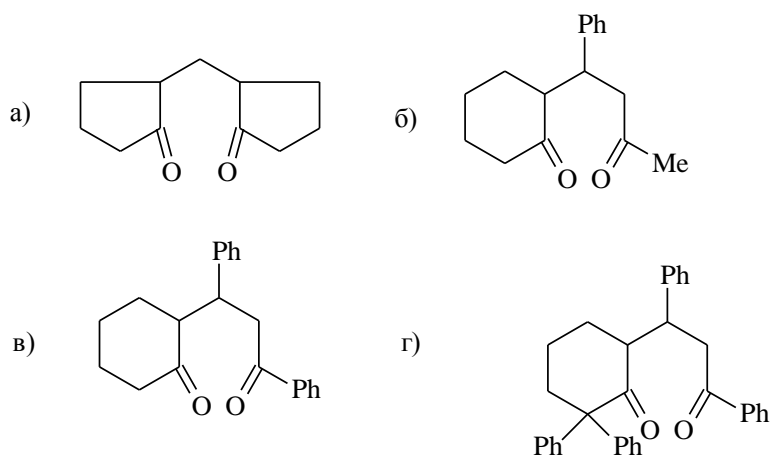


7. Объясните, почему при взаимодействии енолята циклопентанона с пропионовым альдегидом преимущественно образуется трео-изомер альдоля, а при использовании енолята метилэтилкетона стереоселективности не наблюдается ?

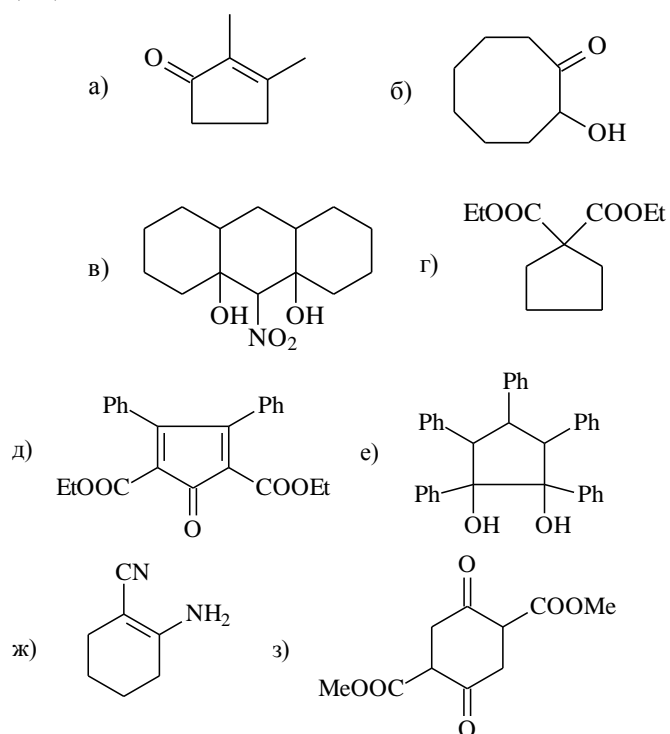
8. Какие преимущества и недостатки имеет синтез 2,2'-бисциклогексанона из циклогексанона при действии перманганата калия ?

9. Синтезируйте 5-аминогексанол-2, используя последовательно реакции Манниха, Михаэля и восстановления.

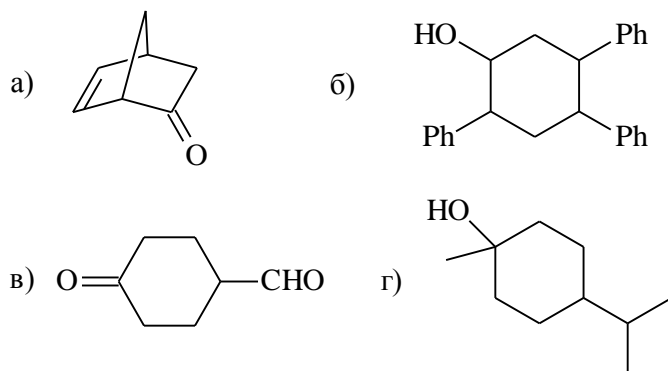
10. Предложите оптимальный вариант проведения реакции Михаэля для получения следующих 1,5-дикетонов:



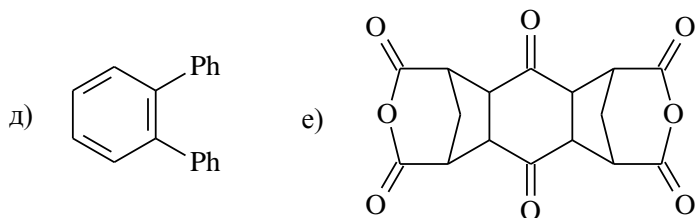
11. Предложите схемы синтеза карбоциклических соединений, используя подходящую стратегию из следующих: d + a; (ad) + (da); (dd) + (aa); r + r.



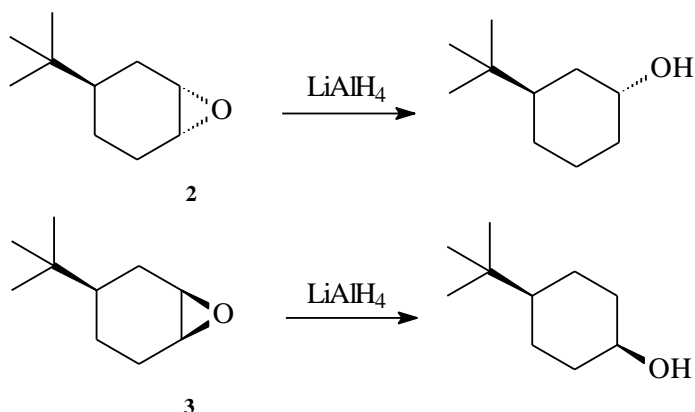
12. Осуществите синтез следующих соединений, используя реакцию Дильса-Альдера:







13. Восстановление стереоизомерных эпоксидов **2** и **3** алюмогидридом лития приводит к продуктам, различающимся не только стереохимией, но и относительным положением заместителей. Объясните эти результаты.



14. Используя подходящую защиту, синтезируйте 2-гидрокси-2,2-дифенилуксусный альдегид из ацетофенона.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды индикаторов достижения и результаты обучения		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Модуль 1. Раздел I. Цели органического синтеза. Единичная стадия синтеза. Характеристика веществ, участвующих в синтезе	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4	Знает теоретические и экспериментальные основы синтеза органических соединений и методы установления строения органических соединений; о последних достижениях в области химии и органического синтеза; основы планирования	Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 1

			отдельных стадий исследования при наличии общего плана НИР.		
			Умеет проводить научное исследование в соответствии с поставленной целью и задачами и передовым отечественным и зарубежным опытом; анализировать и обобщать результаты работ в области химии органических соединений, с использованием современных достижений науки и техники.	Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 1
			Владеет техническими средствами и методами для решения поставленных задач НИР; навыками работы с научной литературой, отечественными и зарубежными базами данных.	Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 1
2	Раздел II. Этапы синтеза. Синтонный подход в органическом синтезе. Классификация синтонов	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4	Знает теоретические и экспериментальные основы синтеза органических соединений и методы установления строения органических соединений; о последних достижениях в области химии и органического синтеза; основы планирования отдельных стадий исследования при наличии общего плана НИР.	Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 1,4,10,13,16,19

			<p>Умеет проводить научное исследование в соответствии с поставленной целью и задачами и передовым отечественным и зарубежным опытом; анализировать и обобщать результаты работ в области химии органических соединений, с использованием современных достижений науки и техники.</p>	<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>Вопросы к экзамену № 1,4,10,13,16,19</p>
			<p>Владеет техническими средствами и методами для решения поставленных задач НИР; навыками работы с научной литературой, отечественными и зарубежными базами данных.</p>	<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>Вопросы к экзамену № 1,4,10,13,16,19</p>
3	<p>Раздел III. Обращение полярности. Введение нефункциональных групп в углеродный скелет. Синтезы монофункциональных соединений</p>	<p>ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4</p>	<p>Знает теоретические и экспериментальные основы синтеза органических соединений и методы установления строения органических соединений; о последних достижениях в области химии и органического синтеза; основы планирования отдельных стадий исследования при наличии общего плана НИР.</p>	<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>Вопросы к экзамену № 5,7,31,34</p>
			<p>Умеет</p>	<p>Проверка готовности к</p>	<p>Вопросы к экзамену №</p>

			<p>проводить научное исследование в соответствии с поставленной целью и задачами и передовым отечественным и зарубежным опытом; анализировать и обобщать результаты работ в области химии органических соединений, с использованием современных достижений науки и техники.</p>	<p>лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>5,7,31,34</p>
			<p>Владеет техническими средствами и методами для решения поставленных задач НИР; навыками работы с научной литературой, отечественными и зарубежными базами данных.</p>	<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>Вопросы к экзамену № 5,7,31,34</p>
3	<p>Раздел III. Обращение полярности. Введение нефункциональных групп в углеродный скелет. Синтезы монофункциональных соединений</p>	<p>ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4</p>	<p>Знает теоретические и экспериментальные основы синтеза органических соединений и методы установления строения органических соединений; правила проведения первичного поиска информации по заданной тематике; правила поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)</p>	<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>Вопросы к экзамену № 5,7,31,34</p>
			<p>Умеет проводить научное</p>	<p>Проверка готовности к</p>	<p>Вопросы к экзамену №</p>

			<p>исследование в соответствии с поставленной целью и задачами и передовым отечественным и зарубежным опытом; анализировать и обобщать результаты работ в области химии органических соединений, с использованием современных достижений науки и техники.</p>	<p>лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>5,7,31,34</p>
			<p>Владеет Навыками работы с научной литературой, отечественными и зарубежными базами данных; способен составлять обзор литературных источников по заданной теме, оформлять отчеты о выполненной работе по заданной форме.</p>	<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>Вопросы к экзамену № 5,7,31,34</p>
4	<p>Раздел IV. Синтезы монофункциональных соединений (продолжение). Синтезы алкенов</p>	<p>ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4  ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4</p>	<p>Индикаторы достижения те же</p>	<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 2 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>Вопросы к экзамену № 2,28</p>
				<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 2 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>Вопросы к экзамену № 2,28</p>
				<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 2 (ПР-6); Групповой разбор задач</p>	<p>Вопросы к экзамену № 2,28</p>

				(УО-4)	
5	Раздел V. Синтез 1,2-дифункциональных соединений. Синтез 1,3-дифункциональных соединений (начало)	ПК-1.1	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 2 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 11
		ПК-1.2			
		ПК-1.3			
		ПК-1.4			
		ПК-3.1		Проверка готовности к лабораторной работе № 2 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 11
		ПК-3.2			
		ПК-3.3			
		ПК-3.4		Проверка готовности к лабораторной работе № 2 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 11
6	Раздел VI. Синтез 1,3-дифункциональных соединений (продолжение)	ПК-1.1	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 2 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 14, 37
		ПК-1.2			
		ПК-1.3			
		ПК-1.4			
		ПК-3.1		Проверка готовности к лабораторной работе № 2 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 14, 37
		ПК-3.2			
		ПК-3.3			
		ПК-3.4		Проверка готовности к лабораторной работе № 2 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 14, 37
7	Раздел VII. Синтез 1,4-	ПК-1.1	Индикаторы достижения	Проверка готовности к	Вопрос к экзамену № 17

	дифункциональных соединений. Синтез 1,5-дифункциональных соединений (начало)	ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4  ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4	те же	лабораторной работе № 3 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	
				Проверка готовности к лабораторной работе № 3 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 17
				Проверка готовности к лабораторной работе № 3 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 17
8	Раздел VIII. Синтез 1,5-дифункциональных соединений	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4  ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 3 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 20
				Проверка готовности к лабораторной работе № 3 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 20
				Проверка готовности к лабораторной работе № 3 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 20
9	Модуль 2. Раздел I. Синтезы карбоциклов (начало)	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 3 (ПР-6);	Вопросы к экзамену № 25,32,35

		ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4		Групповой разбор задач (УО-4)	
				Проверка готовности к лабораторной работе № 3 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 25,32,35
				Проверка готовности к лабораторной работе № 3 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 25,32,35
10	Раздел II. Синтез карбоциклов (продолжение). Расщепление углерод-углеродной связи. 1,6-Дифункциональные соединения	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4  ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 4 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 23
				Проверка готовности к лабораторной работе № 4 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 23
				Проверка готовности к лабораторной работе № 4 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 23
11	Раздел III. Восстановление органических соединений	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4  ПК-3.1 ПК-3.2	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 4 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 26



		ПК-3.3 ПК-3.4		Проверка готовности к лабораторной работе № 4 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 26
				Проверка готовности к лабораторной работе № 4 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 26
12	Раздел IV. Окисление органических соединений	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4  ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 4 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 29,38
				Проверка готовности к лабораторной работе № 4 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 29,38
				Проверка готовности к лабораторной работе № 4 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 29,38
13	Раздел V. Реакции элиминирования. Реакции обмена	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4  ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 5 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 8
				Проверка готовности к лабораторной	Вопрос к экзамену № 8

		ПК-3.4		работе № 5 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	
				Проверка готовности к лабораторной работе № 5 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 8
14	Модуль 3. Раздел I. Защитные группы в органическом синтезе	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4  ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 5 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4); творческая задача	Вопрос к экзамену № 27,
				Проверка готовности к лабораторной работе № 5 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4); творческая задача	Вопрос к экзамену № 27,
				Проверка готовности к лабораторной работе № 5 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР-13)	Вопрос к экзамену № 27,
15	Раздел II. Планирование многостадийных синтезов	ПК-4.1	Знает основные этапы характеристики химических продуктов	Проверка готовности к лабораторной работе № 6 (ПР-6); Групповой разбор задач	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18, 21,24,27,30,33, 36,39

			(УО-4) творческая задача (ПР- 13)	
		Умеет выполнять стандартные операции на необходимом оборудовании для характеристики химического сырья	Проверка готовности к лабораторной работе № 6 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР- 13)	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18, 21,24,27,30,33, 36,39
		Владеет основными навыками характеристики продуктов химического производства	Проверка готовности к лабораторной работе № 6 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР- 13)	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18, 21,24,27,30,33, 36,39
	ПК-4.2	Знает основы отчетности по химической продукции	Проверка готовности к лабораторной работе № 6 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР- 13)	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18, 21,24,27,30,33, 36,39
		Умеет составлять протоколы испытаний и паспорта химической продукции	Проверка готовности к лабораторной работе № 6 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР- 13)	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18, 21,24,27,30,33, 36,39
		Владеет навыками составления отчетов о	Проверка готовности к лабораторной	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18,

			выполненной работе по заданной форме	работе № 6 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР-13)	21,24,27,30,33, 36,39
16	Раздел III. Планирование многостадийных синтезов относительно простых молекул, содержащих разные функции. Синтезы сложных молекул	ПК-4.1 ПК-4.2	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 6 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР-13)	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18, 21,24,27,30,33, 36,39
				Проверка готовности к лабораторной работе № 6 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР-13)	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18, 21,24,27,30,33, 36,39
			Проверка готовности к лабораторной работе № 6 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР-13)	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18, 21,24,27,30,33, 36,39	
			Проверка готовности к лабораторной работе № 6 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР-13)	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18, 21,24,27,30,33, 36,39	

			Проверка готовности к лабораторной работе №6 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР-13)	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18, 21,24,27,30,33, 36,39
			Проверка готовности к лабораторной работе № 6 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4) творческая задача (ПР-13)	Вопросы к экзамену № 3,6,9,12,15,18, 21,24,27,30,33, 36,39

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в фонде оценочных средств.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза / В.А. Смит, А.Д. Дильман. – М.: Бином, 2009. – 750 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:266520&theme=FEFU>
2. Титце, Л. Domino-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике. – М.: Бином, 2010. – 671 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298128&theme=FEFU>
3. Андин, А.Н. Органический синтез. Сборник вопросов и задач / А.Н. Андин. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2020. – 60 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:281822&theme=FEFU>
4. Стратегия органического синтеза : учебно-методическое пособие / А. В. Великородов. Москва : КноРус [Астрахань] : [Изд. дом Астраханского

университета] , 2016.-92 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:792260&theme=FEFU>

5. Смит, В.А. Основы современного органического синтеза / В.А. Смит, А.Д. Дильман.- 2-е изд. - М.: БИНОМ, 2012. - 750 с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996308071.html>

6. Смит, В.А. Основы современного органического синтеза / В.А. Смит, А.Д. Дильман. - 4-е изд. - М.: БИНОМ, 2015. - 753 с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323692.html>

7. Шабаров Ю. С. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 848 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4037](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4037)

8. 1,5-Дикарбонильные соединения в органическом синтезе / [В. И. Высоцкий, В. А. Каминский, Т. И. Акимова и др. ; науч. ред. : В. И. Высоцкий, В. Л. Новиков] ; ДВФУ, Школа естественных наук, Кафедра органической химии. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного федерального ун-та, 2014. – 390 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:796367&theme=FEFU>

9. Березин, Д.Б. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.Б. Березин, О.В. Шухто, С.А. Сырбу [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 238 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=44754](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44754) — Загл. с экрана.

10. Резников, В.А. Сборник задач и упражнений по органической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 286 с. — Режим доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=44763](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44763) Загл. с экрана.

### Дополнительная литература

1. Общие принципы органического синтеза. - из книги «Основы современного органического синтеза» [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. - 2-е изд. (эл.). -М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 750 с.

<http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785996308071-SCN0000.html>

2. Эльшенбройх, К. Металлоорганическая химия [Электронный ресурс] / К. Эльшенбройх ; пер. с нем. -2-е изд. (эл.). -М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.- 746 с. : ил.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313327.html>

3. Травень, В.Ф. Глава 12. Введение в органический синтез. Спектральные методы идентификации органических веществ. - из книги «Органическая химия» [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : в

3 т. Т. II / В. Ф. Травень.- 3-е изд. (эл.).- М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. -517 с. : ил.- (Учебник для высшей школы).

<http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785996321100-SCN0005.html>

4. Сильверстейн, Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений // Р. Сильверстейн. М.: БинОм. Лаборатория знаний, 2011. – 557с.

<http://www.twirpx.com/file/287937/>

5. Либ, Г. Синтез органических препаратов из малых количеств веществ / Г. Либ.- Спб. : Госхимиздат, 2012.- 164 с., доступно по адресу

<http://www.twirpx.com/file/75387/>

Публикации в профильных отечественных и зарубежных химических журналах: «Журнал органической химии», «Химия гетероциклических соединений», «Tetrahedron», «Tetrahedron Letters», «Helvetica Chimica Acta», «Journal of the Chemical Society», «Journal of the American Chemical Society», «Journal of Organic Chemistry», «Heterocyclic Communications», «Synthesis», «Synlett».

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Reaxys [Электронный ресурс] / Разработчик : Elsevier.— Режим доступа: <https://www.elsevier.com/solutions/reaxys> . –Загл. с экрана.

2. Scopus [Электронный ресурс] / Разработчик : Elsevier.— Режим доступа: <https://www.scopus.com> . – Загл. с экрана.

3. Web of Science [Электронный ресурс] / Разработчик : Thomson Reuters. — Режим доступа:

<http://login.webofknowledge.com/error/Error?PathInfo=%2F&Alias=WOK5&Domain=.webofknowledge.com&Src=IP&Params=%26Error%3DClient.NullSessionID&RouterURL=http%3A%2F%2Fwww.webofknowledge.com%2F&Error=IPError>

4. <http://e.lanbook.com/>

5. <http://www.studentlibrary.ru/>

6. <http://znanium.com/>

7. <http://www.nelbook.ru/>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины**

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть IT-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине «Органический синтез».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине, это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

#### **Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины**

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, тестирование и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины.

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;



- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

### **Рекомендации по работе с литературой**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана лекций, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основных понятий. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией типологического характера.

При работе с литературой обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику. Можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц). Ищите аргументы «за» или «против» идеи автора.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Используйте основные установки при чтении научного текста:

1. информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Для работы с научными текстами применяйте следующие виды чтения:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Основным для студента является изучающее чтение – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в профессиональной области.

При работе с литературой можно использовать основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

### **Подготовка к практическим занятиям**

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется пользоваться материалами лекций, рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой студент пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

### **Подготовка к лабораторным работам**

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета).

Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.).

Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных.

Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы).

Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

*Оформление плана-конспекта занятия и отчета по лабораторной работе.* План-конспект занятия и отчет по лабораторной работе относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца

блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую сквозную нумерацию страниц работы.

#### **Подготовка к самостоятельной работе**

При подготовке к самостоятельной работе рекомендуется пользоваться материалами лекций, рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. При ответах на вопросы самостоятельной работы надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями.

#### **Подготовка к экзамену**

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты - соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Химическая лаборатория	Стандартный набор оборудования химических лабораторий: реактивы, стеклянная посуда, весы, плитки, рефрактометры, рН-метры, ротор-испаритель.	
Лаборатория молекулярного анализа	Спектрометр ядерного магнитного резонанса высокого разрешения AVANCE 400МГц (Bruker); жидкостной хроматограф 1200 Agilent Technologies. США; жидкостной хроматограф 1100 Agilent Technologies. США; газовые хроматографы 6890 с детектором 5975N; газовый хроматограф 6890 с детектором 5973N, газовый хроматограф 6850 с пламенно – ионизационным детектором и детектором по теплопередачи; ИК-Фурье спектрофотометр Vertex 70 с приставкой комбинационного рассеивания RAM II и ИК- микроскопом Hyperion 1000 (Bruker); ИК-Фурье спектрометр Spektrum BX (PerkinElmer), двулучевой сканирующий спектрофотометр	

	УФ\видимого диапазона Cintra 5 (JBC Scientific equipment), анализатор углерода, водорода и азота(Thermo finnigan), микроволновая система Discoveri, а также иное научное оборудование в центрах коллективного пользования ДВФУ и ДВО РАН.	
--	---	--

## VIII. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Органический синтез»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	знает (пороговый уровень)	теоретические и экспериментальные основы синтеза органических соединений и методы установления строения органических соединений;	Знание определений основных понятий в области органического синтеза	-способность дать определения основных понятий области синтеза органических соединений.
		правила проведения первичного поиска информации по заданной тематике; правила поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	-знание основных понятий и методов научных исследований в области органического синтеза; -знание химических и физико-химических методов установления строения органических соединений.	-способность самостоятельно сформулировать предмет научного исследования; - способность обосновать актуальность выполняемого исследования; -способность перечислить источники информации по методам установления строения органических веществ

(ПК-1)	умеет (продвину- тый уровень)	проводить научное исследование в соответствии с поставленной целью и задачами и передовым отечественным и зарубежным опытом; анализировать и обобщать результаты работ в области химии органических соединений, с использованием современных достижений науки и техники; осуществлять поиск необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	- умение- анализировать и обобщать результаты своих работ, представляя их в виде докладов и отчетов, включая сведения о последних достижениях в данной области и возможностях их применения в своей работе.	-Способность критического анализа и оценки новых данных для использования в своем исследовании.; - умение применять новые методы исследования для проведения новых реакций и получения новых веществ
	владеет (высокий уровень)	Навыками работы с научной литературой, отечественными и зарубежными базами данных, способен составлять обзор литературных источников по заданной теме, оформлять отчеты о выполненной работе по заданной форме.	-владение теоретическими основами органической химии, навыками экспериментальной работы, знаниями о последних достижениях в области химии и химической технологии -владение способностью критически проанализировать и обобщить результаты анализируемой работы.	- владение способностью критически проанализировать и обобщить литературные сведения по предлагаемой теме с учетом последних достижений; - способность оценить надежность экспериментальных доказательств и методов обоснования предлагаемой теории и практики.
Способен выбирать технические средства и методы	знает (пороговый уровень)	теоретические и экспериментальные основы синтеза органических соединений и	Знание определений основных понятий в области органического синтеза	-способность дать определения основных понятий области синтеза органических соединений.



испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-3)		методы установления строения органических соединений; о последних достижениях в области химии и органического синтеза; основы планирования отдельных стадий исследования при наличии общего плана НИР.	-знание основных понятий и методов научных исследований в области органического синтеза; -знание химических и физико-химических методов установления строения органических соединений.	-способность самостоятельно сформулировать предмет научного исследования; - способность обосновать актуальность выполняемого исследования; -способность перечислить источники информации по методам установления строения органических веществ
	умеет (продвину-тый уровень)	проводить научное исследование в соответствии с поставленной целью и задачами и передовым отечественным и зарубежным опытом; анализировать и обобщать результаты работ в области химии органических соединений, с использованием современных достижений науки и техники.	- умение-анализировать и обобщать результаты своих работ, представляя их в виде докладов и отчетов, включая сведения о последних достижениях в данной области и возможностях их применения в своей работе.	-Способность критического анализа и оценки новых данных для использования в своем исследовании.; - умение применять новые методы исследования для проведения новых реакций и получения новых веществ
	владеет (высокий уровень)	техническими средствами и методами для решения поставленных задач НИР; навыками работы с научной литературой, отечественными и зарубежными базами данных.	-владение теоретическими основами органической химии, навыками экспериментальной работы, знаниями о последних достижениях в области химии и химической технологии - владение способностью критически проанализировать и обобщить результаты анализируемой работы.	- владение способностью критически проанализировать и обобщить литературные сведения по предлагаемой теме с учетом последних достижений; - способность оценить надежность экспериментальных доказательств и методов обоснования предлагаемой теории и практики. -

Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции (ПК-4)	знает (пороговый уровень)	основы контроля качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения; основы планирования отдельных стадий исследования при наличии общего плана НИР.	-знание основных этапов характеристики химических продуктов; -знание основ отчетности по химической продукции; -знание основных понятий и методов научных исследований в области органического синтеза	-способность дать определения основных понятий в области контроля качества сырья; -способность самостоятельно сформулировать предмет научного исследования; - способность обосновать актуальность выполняемого исследования; -способность перечислить источники информации по методам установления строения органических веществ
	умеет (продвинутый уровень)	проводить научное исследование в соответствии с поставленной целью и задачами и передовым отечественным и зарубежным опытом; анализировать и обобщать результаты работ в области химии органических соединений, с использованием современных достижений науки и техники.	-умение выполнять стандартные операции на оборудовании для характеристики химического сырья; -умение составлять протоколы испытаний и паспорта химической продукции	-Способность критического анализа и оценки новых данных для использования в своем исследовании.; - умение применять новые методы исследования для проведения новых реакций и получения новых веществ
	владеет (высокий уровень)	техническими средствами и методами для решения поставленных задач НИР; навыками работы с научной литературой, отечественными и зарубежными базами данных.	-владение основными навыками характеристики продуктов химического производства; -владение навыками составления отчетов о выполненной работе; -владение, навыками экспериментальной работы в области химической технологии	- владение способностью обобщить сведения о качестве химического продукта; - способность оценить надежность экспериментальных доказательств и методов обоснования предлагаемой теории и практики.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**I. Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

К аттестации по дисциплине допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы и защитившие отчеты по ним.

### **Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

#### **I. Устный опрос**

1. Групповая дискуссия (УО-4) (Групповая дискуссия – рассмотрение и анализ различных возможных путей решения поставленной задачи). - Вопросы и задания для групповой дискуссии.

2. Экзамен (средство промежуточного контроля) – Вопросы к экзамену, образцы экзаменационных билетов.

#### **Образцы экзаменационных билетов.**

### **МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение**

**высшего образования**

**«Дальневосточный федеральный университет»**

**Школа естественных наук**

ООП 04.03.01-Химия

шифр, название направления подготовки

Дисциплина: Органический синтез

Форма обучения: очная

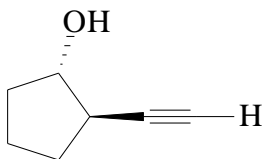
Семестр 8 20\_\_ - 20\_\_ учебного года

Реализующая кафедра: органической химии

#### **Билет № 1**

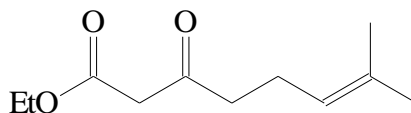
1. Принципы синтонного подхода к планированию синтезов.
2. Методы построения углеродного скелета алкенов.

3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой. Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



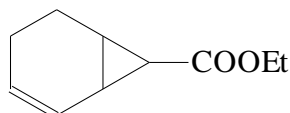
Билет № 2

1. Характеристика  $d^1$ -синтонов.
2. Методы построения углеродного скелета спиртов.
3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой. Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



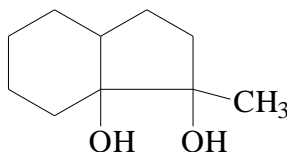
Билет № 3

1. Пинаколиновая перегруппировка в органическом синтезе.
2. Методы синтеза простых и сложных эфиров.
3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой. Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



Билет № 4

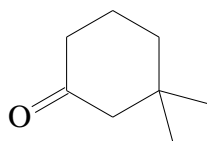
1. Характеристика  $a^1$ -синтонов.
2. Методы синтеза 1,2-дифункциональных соединений.
3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой. Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



Билет № 5

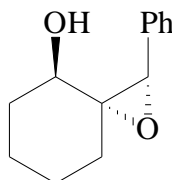
1. Характеристика  $a^2$ -синтонов.

2. Методы синтеза 1,3-дифункциональных соединений.
3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой. Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



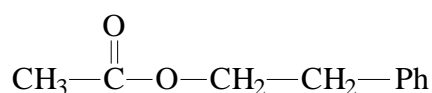
Билет № 6

1. Характеристика  $\alpha^3$ -сиртонов.
2. Методы синтеза 1,4-дифункциональных соединений.
3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой. Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



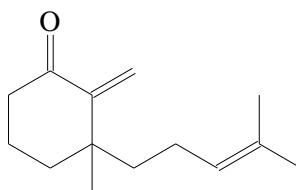
Билет № 7

1. Характеристика  $\gamma$ -сиртонов.
2. Методы синтеза 1,5-дифункциональных соединений.
3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой. Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



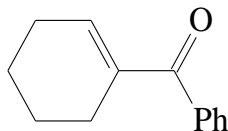
Билет № 8

1. Реакции альдольно-критоновой конденсации и родственные реакции.
2. Реакции деградации.
3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой. Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



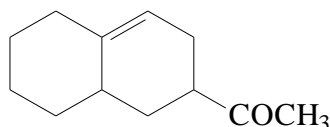
Билет № 9

1. Диеновый синтез.
  2. Методы восстановления органических соединений.
  3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой.
- Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



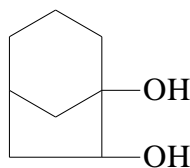
Билет № 10

1. Реакции Виттига и Хорнера в органическом синтезе.
  2. Методы окисления органических соединений.
  3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой.
- Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



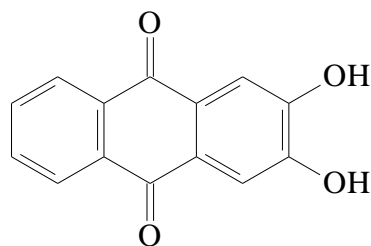
Билет № 11

1. Реакция Фриделя-Крафтса и ее варианты в органическом синтезе.
  2. Методы синтеза пяти- и шестичленных циклов.
  3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой.
- Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



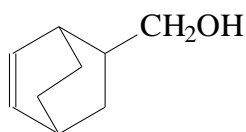
Билет № 12

1. Металлорганические соединения в органическом синтезе.
  2. Методы синтеза трех- и четырехчленных циклов.
  3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой.
- Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



### Билет № 13

1. Реакция Манниха в органическом синтезе.
2. Методы введения гидроксила в органические молекулы.
3. Предложите план синтеза вещества с приведенной ниже структурой. Обязательно используйте реакцию построения углерод-углеродной связи. Опишите экспериментальные условия каждой стадии.



**II. Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

### Примерный перечень оценочных средств (ОС)

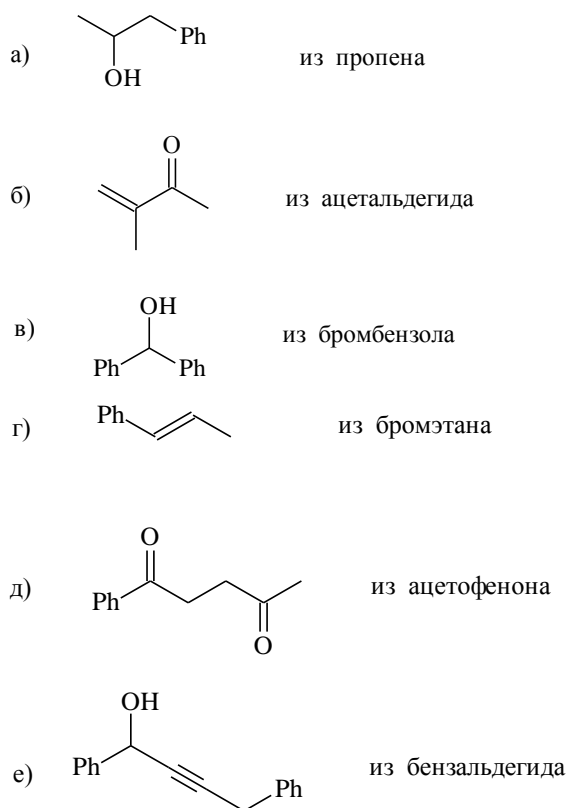
#### I. Устный опрос

1. Групповая дискуссия (УО-4) (Групповая дискуссия – рассмотрение, анализ различных позиций, точек зрения ученых на содержание той или иной проблемы, концепции выбора путей практической реализации стоящих перед обучающимися задач.) - Тема, вопросы для обсуждения. Задания для подготовки.

#### Вопросы и задания для групповой дискуссии.

1. Что такое синтетические эквиваленты субстратов и с какой целью они используются? Приведите конкретные примеры.
2. Перечислите известные вам способы выделения и очистки продуктов реакции. В каких случаях целесообразно применять: а) экстракцию; б) высаливание; в) хроматографию ?
3. Дайте определение понятию «синтон». Какие основные типы синтонов можно выделить?

4. Используя прием обращения полярности, синтезируйте следующие соединения на основе указанного исходного соединения (второй компонент определите сами):



5. Приведите по два примера синтеза монофункциональных соединений различных классов (спиртов, аминов, карбонильных соединений, карбоновых кислот), используя синтетические подходы: а)  $a^1 + \text{алкил-d}$ ; б)  $d^1 + \text{алкил-a}$ .

6. Получите следующие 1,2-дифункциональные соединения из приведенных исходных, используя трансформацию функциональных групп:

а) 2-аминопропионовую кислоту из пропанола-1; б) цис-циклогександиол-1,2 из циклогексанона; в) транс-циклогександиол-1,2 из циклогексанона; г) 2-оксобутановую кислоту из циангидрина пропаналя; д) фенилглиоксаль из бензола; е) циклогексантиетерол-1,2,3,4 из циклогександиола-1,3; ж) циклопентандион-1,2 из адипиновой кислоты; з) 2,3-динитробутан из бутанола-2.

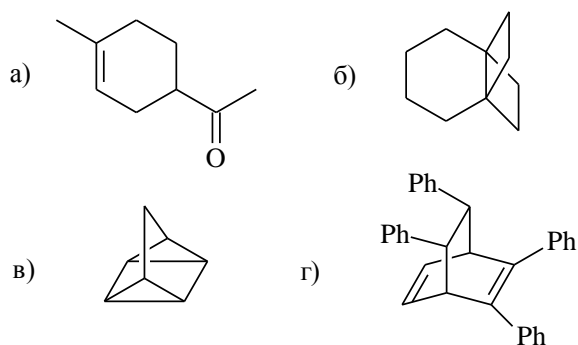
7. Сколько продуктов может образоваться, если в альдольную конденсацию вводить смесь пропионового и масляного альдегидов?



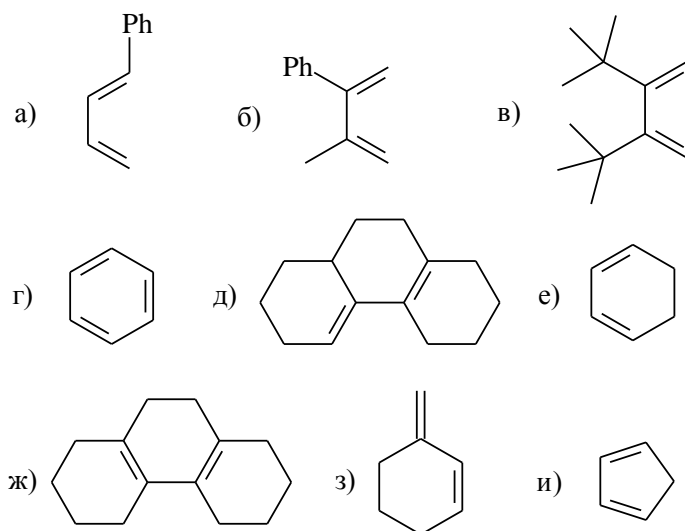
8. При получении 1,4-дикетонов наиболее часто в качестве донора используются синтетические эквиваленты кетонов – енамины. Какие еще модификации доноров могут участвовать в синтезе? Приведите примеры.

9. В некоторых случаях реакция Михаэля может осложняться дальнейшей внутримолекулярной альдольной конденсацией, если для этого имеются необходимые структурные предпосылки, например, концевая метильная группа. Рассмотрите этот процесс на примере реакции бензилиденциклогексанона с метилэтилкетонам при нагревании с разбавленным раствором щелочи.

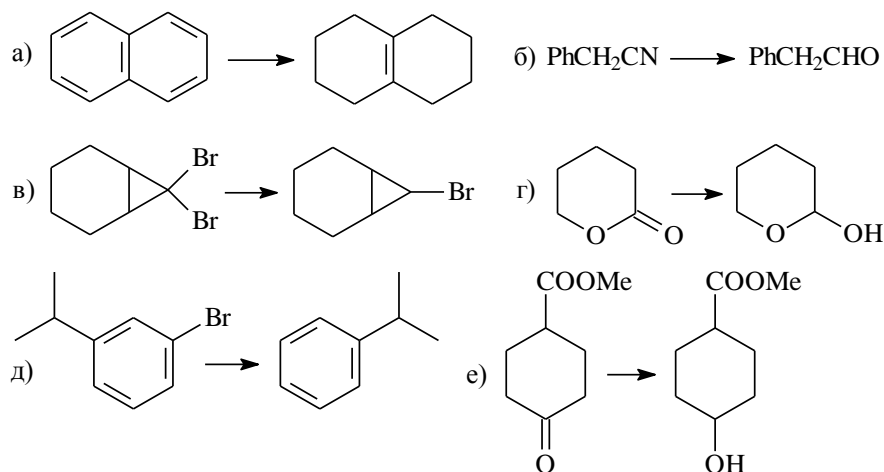
10. Предложите подходящие перициклические синтоны для построения циклических систем следующих соединений:



11. Оцените реакционную способность приведенных диенов в реакции Дильса-Альдера. Какие из них вообще не будут вступать в реакцию и почему?

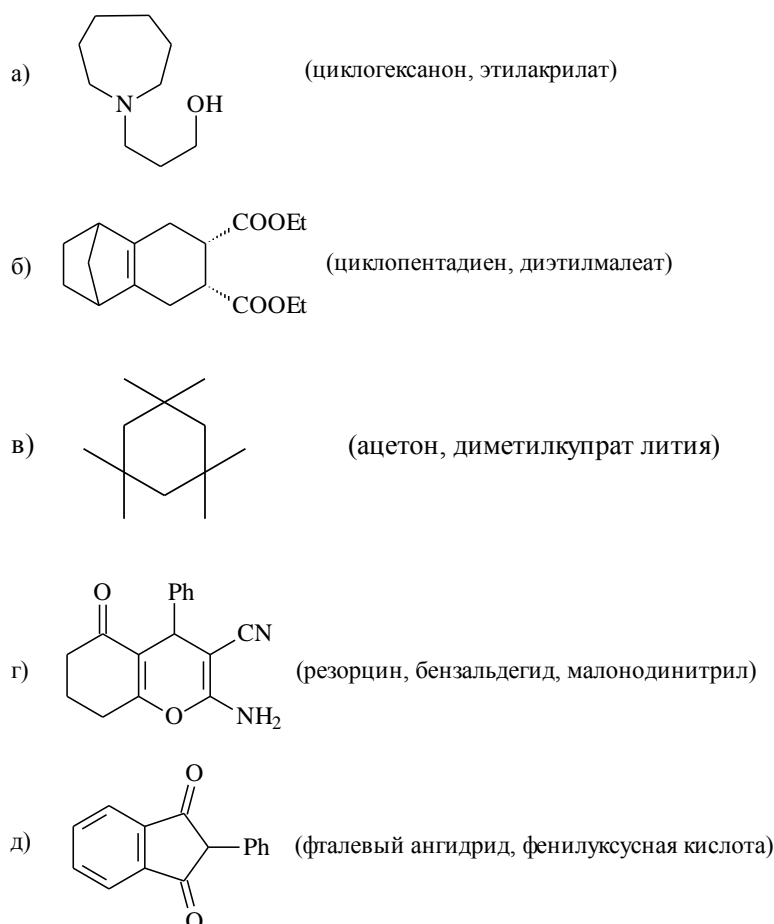


12. Подберите подходящий реагент (или реагенты) для следующих восстановительных превращений:



13. Исходя из глюкозы, получите 3-О-бензилглюкозу. Используйте подходящую защиту спиртовых групп.

14. Спланируйте многостадийные синтезы следующих соединений, используя указанные исходные:



## II. Письменные работы

1. Творческое задание (ПР-13) (Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее выявлять умения и знания)

- Темы индивидуальных творческих заданий, оформляемых как курсовая работа.

## **1. Примеры творческих заданий.**

### **Творческое задание № 1**

**Тема:** Синтез аддукта димедона и 1,1-дициано-2-бензоилэтилена и изучение его реакций с некоторыми N-нуклеофилами

**Цель работы:** осуществить синтез аддукта димедона и 1,1-дициано-2-бензоилэтилена и изучить его реакции с ацетатом аммония и бензиламином.

#### **Задачи работы:**

1. Синтез и очистка исходного гидрата фенилглиоксаля.
2. Проведение трехкомпонентной конденсации димедона, гидрата фенилглиоксаля и малононитрила в различных условиях, выбор оптимальной методики синтеза аддукта димедона и 1,1-дициано-2-бензоилэтилена.
3. Очистка и характеристика продукта конденсации.
4. Изучение N-гетероциклизации аддукта димедона и 1,1-дициано-2-бензоилэтилена при взаимодействии с аммиаком и первичными аминами.
5. Выделение, очистка и характеристика полученных продуктов.

### **Творческое задание № 2**

**Тема:** Разработка метода синтеза некоторых производных 12Н-пиридо[1,2-а:3,4-б']дииндола.

**Цель работы:** разработка препаративных способов получения некоторых функциональных производных 12Н-пиридо[1,2-а:3,4-б']дииндола из доступных производных индола.

#### **Задачи работы:**

1. Получение этилового эфира индолил-3-уксусной кислоты и серии замещенных по положению 3 индолов – исходных соединений для отработки условий синтеза.
2. Отработка методик получения 2,2'-бис-индолов на основе этилового эфира индолил-3-уксусной кислоты и замещенных по положению 3 индолов.
3. Изучение условий внутримолекулярной циклизации полученных бис-индолов.
4. Синтез производных целевой гетероциклической системы.

#### **Этапы выполнения исследования**

1) Подготовка реагентов. Очистка растворителей, перекристаллизация твердых веществ;

- 2) Синтез исходных веществ и их очистка (по заданию преподавателя);
- 3) Установление строения исходных веществ или идентификация с известным образцом;
- 4) Изучение химических свойств исходных соединений, синтез многоядерных гетероциклических систем на их основе (по заданию преподавателя);
- 5) Проведение физико-химического анализа полученных продуктов: спектроскопические исследования (ИК, ЯМР, масс), исследования методами хроматографии (ТСХ, ГЖХ, ВЭЖХ), рентгеноструктурный анализ и др.;
- 6) Обсуждение результатов и письменный отчет.

2. Лабораторная работа (ПР-6). (Средство для закрепления и практического освоения материала). - Комплект лабораторных заданий.

3. Курсовая работа (ПР-5). (Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.) -

### **Требования к курсовым работам**

Выполнение курсовой работы студентами рассматривается как вид промежуточной аттестации. По своему содержанию курсовая работа приближается к самостоятельной исследовательской работе, где должно найти отражение не только полученная сумма знаний по курсу учебной программы, но и новые решения актуальных вопросов. Курсовая работа играет исключительно важную роль в обучении студентов, в подготовке их к практической деятельности. Курсовая работа представляет собой самостоятельный научно-исследовательский труд, позволяющий определить способности студента решать научные и практические проблемы изучаемых дисциплин, логически правильно и последовательно излагать результаты своего исследования. Выполнение курсовых работ способствует выработке у студентов умения творчески изучать учебную дисциплину, тесно увязывать теоретические положения с практикой, вести конкретные самостоятельные исследования. Подготовка курсовой работы способствует приобретению студентами методических навыков выполнения элементов научного исследования, составления плана работы и библиографии по теме, изучение литературы и других источников, помогает развитию навыков по сбору и

анализу собранного материала и литературному изложению результатов исследования.

К курсовой работе предъявляются следующие требования:

- курсовая работа должна быть написана на достаточно высоком теоретическом уровне;
- работа должна быть написана самостоятельно;
- работа должна быть написана четким и грамотным языком и правильно оформлена;
- работа выполняется в сроки, определенные учебным планом.

Подготовка курсовой работы включает следующие этапы:

- выбор темы исследования;
- выбор методов достижения целей курсовой работы;
- подбор и первоначальное ознакомление с литературой по избранной теме;
- изучение отобранных литературных источников;
- составление окончательного варианта плана;
- практическое выполнение работы, согласно ранее утвержденным руководителем планом, обработка полученных данных; сравнение полученных данных с результатами, найденными в ранее опубликованных источниках, а также их систематизация и обобщение;
- написание текста курсовой работы;
- защита курсовой работы на кафедре.

Требование к оформлению курсовой работы.

Отчет о практике объемом до 60 машинописных страниц включает в себя:

- введение, где обоснована тема работы, ее актуальность, прописаны цели и задачи в соответствии с полученным от руководителя заданием;
- содержание работы, в котором находят отражение следующие вопросы: литературный обзор по теме исследования, обсуждение полученных результатов и сравнение их с ранее проведенными синтезами (если таковые имелись), методы синтеза, химические и физико-химические методы анализа полученных соединений;
- выводы;
- список литературы;
- приложение.

Курсовая работа оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ Н 7.0.5.-2008.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210x297 мм);
- межстрочный интервал – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт, в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять. Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Отчет открывается титульным листом. Титульный лист не нумеруется. На втором листе печатается содержание отчета с указанием страниц, отвечающих началу каждого раздела. Слово «Содержание» записывают посередине листа с прописной буквы без точки.

Таблицы оформляются в удобном формате и размере. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте. Таблицы обязательно имеют номер и название. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела, тогда номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы в разделе, разделенных точкой. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире. Для всех величин, приведенных в таблице, должны быть указаны единицы измерения.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, то в первой части таблицы нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят. На следующей странице пишут слова «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы», повторяют шапку таблицы или нумерацию граф таблицы.

Уравнения и формулы из текста выделяют отдельными строками. Выше и ниже каждой формулы должен быть оставлен пробел не менее одной строки. Расшифровку символов и значений числовых коэффициентов следует давать под формулой. Обозначения символов дают подряд, через точку с запятой.

Все рисунки рекомендуется размещать непосредственно после текста, в котором на него впервые ссылаются или на следующей странице. При этом следует писать «...в соответствии с рисунком 1». Нумерация рисунков может быть сквозная или по разделам. Слово «Рисунок» с его номером и наименованием через тире помещают под рисунком.

Сведения о различных видах источников, таких как книги, статьи, отчеты и т.п. следует располагать в алфавитном порядке, оформленным согласно требованиям ГОСТ Р 7.0.5.-2008. Источники иностранной литературы вписываются на языке оригинала в алфавитном порядке в том виде, в каком они приводятся на титульном листе или в периодическом издании в конце списка литературы.

Приложения формируются по порядку появления ссылок в тексте. В приложении приводят второстепенный либо вспомогательный материал. Им могут быть инструкции, методики, протоколы и акты испытаний, вспомогательные материалы, некоторые таблицы и пр. В тексте обязательно должны быть ссылки на приложения. Приложения помещаются после списка использованной литературы. Каждое приложение оформляется на отдельной странице, которая нумеруется. Наверху посередине страницы пишется слово «Приложение» с прописной буквы. Если приложений несколько, их обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А.

После проверки научным руководителем работа выносится на защиту, в случае его соответствия предъявленным требованиям, в противном случае – возвращается на доработку студенту.

Защита курсовой работы проходит на заседании кафедры.

На защите студент должен ориентироваться в содержании работы, подробно отвечать на вопросы теоретического и практического характера.

По курсовой работе выставляется дифференцированный зачет.

## Темы курсовых работ

1. Синтез и свойства 1,5-дикетонов, полученных на основе N-BOC-пиперидона-4.
2. Попытки введения в реакции [2+3]-диполярного циклоприсоединения и [2+2]-циклоприсоединения хинониминов ряда пиридо[1,2-а]бензимидазола.
3. Окислительные превращения продуктов взаимодействия 1,5-дикетонов с 5,6-диаминобезимидазолом. Теоретическое исследование и данные экспериментов.
4. Изучение взаимодействия индиго с ацетофеноном в различных условиях.
5. Попытка совместной окислительной конденсации малонитрила с другими метиленактивными соединениями в присутствии  $\text{SeO}_2$ .
6. Новый подход к синтезу тетрацианоэтилена (TCNE).
7. Разработка подхода к синтезу производных фаскаплизина, содержащих заместители по положению 6.
8. Синтез алициклического 1,5,9-трикетона с семичленными циклами и исследование его поведения в щелочной и кислой спиртовой среде.
9. Превращения при действии гидроксида натрия на 1-азония-1-R-5-бензоил-3-метилено-2,4-дифенил-1-циклогексен перхлораты.
10. Термодинамические и кинетические характеристики протекания реакции окислительного сочетания 5,5а,6,7-тетрагидро-1H-имидазо[4,5-f]пиридо[1,2-а]бензимидазола с нуклеофилами.
11. Попытки проведения [2+2]-циклоприсоединения хинониминов ряда пиридобензимидазола с тетрацианоэтиленом.
12. Кислотно катализируемые превращения аддукта димедона и 1,1-дициано-2-бензоилэтилена.
13. «Синтез аддукта димедона и 1,1-дициано-2-бензоилэтилена и изучение его реакций с некоторыми N-нуклеофилами».
14. «Разработка метода синтеза некоторых производных 12H-пиридо[1,2-а:3,4-b']дииндола».

### Критерии оценивания курсовой работы

#### Оценка «Отлично» (зачтено)

- А) Задание по курсовой работе выполнено полностью.
- Б) Руководитель оценил на «Отлично» теоретические и практические компетенции, отношение к работе.
- В) Отчет составлен грамотно, в полном соответствии с требованиями, в том числе с требованиями к оформлению списка литературы.



Г) Отчет представлен в установленные сроки руководителю от кафедры.

Д) Устный отчет и ответы на вопросы полные и грамотные.

Е) Материал понят, осознан и усвоен.

**Оценка «Хорошо» (зачтено)**

А), В), Г)-те же , что и при оценке «Отлично».

Б) Руководитель оценил на «Хорошо» теоретические и практические компетенции, отношение к работе.

Д) Шероховатость в изложении материала, неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.

Е) Материал понят, осознан и усвоен.

**Оценка «Удовлетворительно» (зачтено)**

А), В), Г)-те же , что и при оценке «Отлично».

Б) Руководитель оценил на «Удовлетворительно» теоретические и практические компетенции, отношение к работе.

Д) Шероховатость в изложении материала, неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.

Е) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

**Оценка «Неудовлетворительно» (не зачтено)**

А) Программа практики не выполнена полностью.

Б) Руководитель оценил на «Неудовлетворительно» теоретические и практические компетенции, отношение к работе.

В) Отчет не составлен или составлен не грамотно,

Г) Отчет не представлен в установленные сроки руководителю от кафедры.

Д) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.

Е) Материал не понят, не осознан и не усвоен.

**Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке**

**I. Оценка устных ответов:**

**Отметка "Отлично"**

Дан полный, правильный и самостоятельный ответ на основе изученных теорий.

**Отметка "Хорошо"**

Дан достаточно полный ответ, однако допущены несущественные ошибки в изложении материала.

**Отметка "Удовлетворительно"**

Материал изложен неполно, при этом допущены 1-2 существенные ошибки.

**Отметка "Неудовлетворительно"**

Незнание и непонимание большей части учебного материала.

**II. Оценка умения решать задачи:**

**Отметка "Отлично"**

Решение рациональное, в объяснении нет ошибок.

**Отметка "Хорошо"**

Допущены 1-2 несущественные ошибки или неполное объяснение.

**Отметка "Удовлетворительно"**

Допущена существенная ошибка, записи неполные.

**Отметка "Неудовлетворительно"**

Решение неверно, содержит множество ошибок.

**III. Оценка письменных работ:**

Критерии те же.