


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Поверинов Игорь Егорович  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 12.06.2023 10:06:10  
Уникальный программный ключ:  
6d465b936eef331cede482bde6d12ab98216652f016465d57b73a2cab0de1b2

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»**  
(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»)

Химико-фармацевтический факультет  
Кафедра органической и фармацевтической химии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

  
И.Е. Поверинов

17 июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**«ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Научная специальность – 1.4.3. Органическая химия

Форма обучения – очная

Год начала освоения – 2023

СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):

Профессор кафедры органической и фармацевтической химии,  
доктор химических наук, профессор  
О.Е. Насакин

ОБСУЖДЕНО:

На заседании кафедры органической и фармацевтической химии 7 марта 2023 г., протокол  
№ 9

Заведующий кафедрой  
О.Е. Насакин

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета О.Е. Насакин  
Начальник отдела подготовки и  
повышения квалификации  
научно-педагогических кадров С.Б. Харитонова

### 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля).

Цель дисциплины – формирование у аспирантов знаний и умений, позволяющих применять основные теоретические положения курса «Органическая химия» при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы: знакомство с основами науки о полимерах и ее важнейшими практическими приложениями; получение знаний о строении, свойствах, синтезе и химических превращениях полимеров, а также представлений о важнейших природных и синтетических полимерах.

Задачи дисциплины: получение общих сведений о полинитрильных соединениях; закрепление теоретических и практических знаний по способам получения и свойствам полинитрильных соединений.

### 2. Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля).

В процессе освоения данной дисциплины обучающиеся формируют следующие результаты освоения дисциплины:

К7 – способность устанавливать структуры и исследовать реакционную способность органических соединений;

К8 – способность планировать и осуществлять направленный синтез соединений с полезными свойствами или новыми структурами;

К9 – готовность использовать знания о структурах и реакционной способности органических соединений и полимеров для направленного синтеза соединений с полезными свойствами или новыми структурами.

### 3. Структура и содержание дисциплины (модуля).

#### 3.1. Структура дисциплины (модуля).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Формируемые компетенции	Форма текущего контроля
1	Раздел 1. Реакционная способность нитрильной группы. Малонитрил и его производные	К7, К9	Устный опрос; выполнение реферата, тестирование
2	Раздел 2. Тетрацианоэтилен. Синтез и реакционная способность. Соединения, содержащие тетрацианоэтильный фрагмент	К7, К8, К912	Устный опрос

#### 3.2. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы.

№ п/п	Темы занятий	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов
	<b>Семестр 3</b>				
	<b>Раздел 1. Реакционная способность нитрильной группы. Малонитрил и его производные</b>				

1.	Тема 1. Строение и некоторые свойства нитрилов. Реакционная способность нитрильной группы.	4	4	10	18
2.	Тема 2. Взаимодействие цианогруппы с неорганическими кислотами и водой	4	4	10	18
3.	Тема 3. Взаимодействие цианогруппы с O-, N-, S- и C-нуклеофилами и внутримолекулярное взаимодействие	4	4	10	18
4.	Тема 4. Малонитрил и его производные.	4	4	10	18
	<b>Итого за 2 сем., час</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	<b>72</b>
	<b>Семестр 4</b>				
	<b>Раздел 2. Тетрацианоэтилен. Синтез и реакционная способность. Соединения, содержащие тетрацианоэтильный фрагмент</b>				
5.	Тема 5. Строение, методы получения тетрацианоэтилена	4	4	19	27
6.	Тема 6. Реакционная способность тетрацианоэтилена	4	4	19	27
7.	Тема 7. Полицианоциклопропаны и полицианоциклогексаны	4	4	19	27
8.	Тема 8. Реакции 4-оксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов по C-N кислотному центру	4	4	19	27
	<b>Итого за 3 сем., час</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>76</b>	<b>108</b>
	<b>Итого, час</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>116</b>	<b>108</b>
	<b>Итого, з.е.</b>				<b>5</b>

Вид промежуточной аттестации:

зачет – семестр 3;

кандидатский экзамен – семестр 4.

### 3.3. Темы занятий и краткое содержание.

Раздел 1. Реакционная способность нитрильной группы. Малонитрил и его производные

*Тема 1. Строение и некоторые свойства нитрилов.*

*Реакционная способность нитрильной группы.*

Лекция 1. Строение и некоторые свойства нитрилов:

1. Строение цианогруппы (Валентное состояние, потенциал ионизации, дипольные моменты, межатомные расстояния, спектры, графические изображения. Нитрил-кетениминная таутомерия.).

Практическое занятие 1. Синтез цианосодержащего органического вещества.

Лекция 2. Реакционная способность нитрильной группы:

1. Реакционная способность нитрильной группы (Электрофильные и нуклеофильные реакции. Радикальные реакции. Деструкция нитрилов. Влияние электронных эффектов на реакционную способность нитрилов).

Практическое занятие 2. Изучение реакционной способности синтезированного соединения (реакции с кислотами и основаниями, реакции с аммиаком и другими реагентами)

*Тема 2. Взаимодействие цианогруппы с неорганическими кислотами и водой*

Лекция 3. Взаимодействие цианогруппы с неорганическими кислотами:

1. Взаимодействие с галогеноводородами. (Продукты присоединения галогеноводородов к цианогруппе. Гидратация в присутствии галогеноводородов).
2. Взаимодействие с кислородсодержащими кислотами (Реакций с серной кислотой. Реакции с кислотами фосфора. Реакции с органическими кислотами).

Практическое занятие 3. Проведение реакции нитрильной группы с представителем O-нуклеофилов – этиловым спиртом (проведение реакции Пиннера).

Лекция 4. Взаимодействие цианогруппы с водой:

1. Гидролиз (Кислотный гидролиз. Щелочной гидролиз. Аномальные реакции при кислотном и щелочном гидролизе)
2. Взаимодействие с перекисью водорода (Взаимодействие с перекисью водорода и водой в присутствии оснований. Получение амидов. Реакция Радзишевского. Получение сложных эфиров и N-замещенных амидов).

Практическое занятие 4. Изучение свойств полученного гидрогалогенида имидата (определение температуры плавления, снятие изучение спектров).

*Тема 3. Взаимодействие цианогруппы с O-, N-, S- и C-нуклеофилами и внутримолекулярное взаимодействие*

Лекция 5. Взаимодействие цианогруппы с O-, N-, S-нуклеофилами:

1. Взаимодействие с O-нуклеофилами (Взаимодействие со спиртами в присутствии оснований. Взаимодействие со спиртами в присутствии кислот. Реакция Пиннера).
2. Взаимодействие с N-нуклеофилами (Реакции с аммиаком. Реакции с аминами. Реакции с амидами металлов. Реакции с амидами. Реакции с мочевиной и тиомочевиной. Взаимодействие с гидроксиламином. Взаимодействие с гидразином и его производными).
3. Взаимодействие с S-нуклеофилами (Реакции с сероводородом. Взаимодействие с меркаптанами. Реакции с серой и её производными).

Практическое занятие 5. Реакция Михаэля. Взаимодействие бензилиденмалонитрила с метиленактивными соединениями.

Лекция 6. Взаимодействие цианогруппы с C-нуклеофилами и внутримолекулярное взаимодействие:

1. Взаимодействие с C-нуклеофилами (Образование новых C-C связей. Реакция Гаттермана. Реакция Геша. Димеризация нитрилов. Циклизация нитрилов. Взаимодействие нитрилов с соединениями содержащими метиленактивное звено. Реакции с металлорганическими соединениями).
2. Внутримолекулярное взаимодействие нитрильной группы с N-нуклеофилами (Внутримолекулярное взаимодействие нитрильной группы с N-нуклеофилами сопровождающиеся образованием амиоимидазолов, аминопиразолов, аминooksазолов, амиогиазолов, аминooазолов с тремя и большим числом гетероатомов в цикле, 2-аминопиридинов, аминодиазинов, аминопиразинов, аминотриaziнов, аминooksазиинов, аминотназинов и аминooзепинов).
3. Внутримолекулярное взаимодействие нитрильной группы O-, S-, C-нуклеофилами (Реакции циклизации с участием атома кислорода как нуклеофильного центра. Реакции циклизации с участием атома серы как нуклеофильного центра. Реакции циклизации с участием атома углерода как нуклеофильного центра).

Практическое занятие 6. Изучение свойств соединений, полученных на практическом занятии 5 (определение температуры плавления, снятие изучение спектров).

#### *Тема 4. Малононитрил и его производные.*

Лекция 7. Малононитрил:

1. Синтез, строение, свойства (Физические и спектральные характеристики. Методы получения. Взаимодействие с некоторыми веществами. Амино- и имнопроизводные).
2. Галогепроизводные малононитрила (Синтез, строение и свойства).
3. Арилазопроизводные малононитрила (Синтез, строение и свойства).
4. Дицианометилиды(Синтез, строение и свойства).

Практическое занятие 7. Получение дибромпроизводного малононитрила.

Лекция 8. Производные малононитрила:

1. Моно- и дизамещенные производные малононитрила (Синтез моно- и ди- алкил- или арилзамещенных малононитрилов. Синтезы на основе реакции Михаэля. Свойства алкил- или арилзамещенных малононитрилов. Ацилирование).
2. Илиденпроизводные малононитрила (Синтез, строение и свойства).
3. Производные малононитрила: цианоуксусный эфир, цианацетамид, тиоцианацетамид, димер малононитрила. (Синтез, строение и свойства).

Практическое занятие 8. Получение димера малононитрила. Синтез производного малононитрила

Раздел 2. Тетрацианоэтилен. Синтез и реакционная способность. Соединения, содержащие тетрацианоэтильный фрагмент

#### *Тема 5. Строение, методы получения тетрацианоэтилена*

Лекция 9. Строение и свойства тетрацианоэтилена:

1. Строение (Валентное состояние, потенциал ионизации, дипольные моменты, межатомные расстояния, спектры).
2. Свойства (физические свойства)

Практическое занятие 9. Синтез тетрацианоэтилена (синтез на основе диброммалононитрила).

Лекция 10. Методы получения тетрацианоэтилена:

1. Методы получения (промышленные и лабораторные методы синтеза).

Практическое занятие 10. Изучение свойств тетрацианоэтилена.

#### *Тема 6. Реакционная способность тетрацианоэтилена*

Лекция 11. Реакции нуклеофильного и циклоприсоединения:

1. Реакции циклоприсоединения (Реакция Дильса-Альдера. Реакции [4+2]циклоприсоединения. Реакции [2+2]цикло-присоединения. Реакции [2+2+2]циклоприсоединения. Ен-реакции. Реакции с дифенилциклопропанами. Реакции с дициклопропилфульвенами. Реакции с циклопропенами. Реакции со спиросоединениями. Реакции с циклопропилалленами).

2. Реакции нуклеофильного присоединения (Взаимодействие с S-нуклеофилами. Взаимодействие с O-нуклеофилами. Взаимодействие с N-нуклеофилами.)

Практическое занятие 11. Реакции циклоприсоединения тетрацианоэтилена [2+2] и [2+4].

Лекция 12. Взаимодействие с карбонильными соединениями:

1. Синтез 4-оксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов. (Синтезы на основе жирных и жиоароматических кетонов содержащих  $\alpha$ -водородный атом. Синтезы гетерилзамещенных 4-оксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов. Синтезы 4-оксоалкен-1,1,2,2-тетракарбонитрилов и других функционально замещенных аддуктов. Синтезы диоксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов).

2. Синтез линейных полинитрильных структур на основе реакции тетрацианоэтилена с карбонильными соединениями. (Получение 2-(3-оксоалкан-2-илиден)малонитрилов реакцией ТЦЭ с карбонильными соединениями. Синтезы замещенных этилентрикарбонитрилов. Образование 1,1,2-трициано-2-пропенидов-1 и трицианоэтиленолатов).

3. Синтез малых алициклов на основе реакции тетрацианоэтилена с карбонильными соединениями. (Образование циклопропанов. Синтез циклобутанов на основе реакции тетрацианоэтилена с карбонильными соединениями).

Практическое занятие 12. Получение 4-оксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрила.

#### *Тема 7. Полицианоциклопропаны и полицианоциклогексаны*

Лекция 13. Полицианоциклопропаны:

1. Синтез (Методы получения. Взаимодействие ТЦЭ с монобромпроизводными метиленактивных соединений. Синтез из нестабильных циклопропановых системам. Получение полицианоциклопропанов из диазосоединений. другие методы получения).

2. Реакционная способность (Реакции с водой в кислой и основной среде. Взаимодействие со спиртами. Взаимодействие с тиолами. Взаимодействие с окимиами. Реакции с азотистыми нуклеофилами. Превращения сопровождающие раскрытием цикла).

Практическое занятие 13. Синтез полицианоциклопропана по реакции Видеквиста.

Лекция 14. Полицианоциклогексаны:

1. Синтез (Методы получения. Реакции [4+2]циклоприсоединения. Получение на основе 2-этокси-2,3-дигидро(4Н)пирана. Синтезы полицианоциклогексанов на основе непердельных карбонильных соединений.).

2. Реакционная способность (Реакции раскрытия циклогексанового цикла. Реакции с водой в кислой и основной среде. Взаимодействие со спиртами. Фотохимические реакции. Домино-реакции 4-оксоциклогексан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов).

Практическое занятие 14. Синтез полицианоциклогексана на основе реакции непердельного кетона и тетрацианоэтилена.

#### *Тема 8. Реакции 4-оксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов по С-Н кислотному центру*

Лекция 15. Реакции 4-оксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов по С-Н кислотному центру:

1. Реакции с  $\alpha,\beta$ -непердельными соединениями (Взаимодействие с акролеином. Реакции с нитроэтиленом. Взаимодействие с метилвинилкетонем. Реакции с другими  $\alpha,\beta$ -непердельными соединениями.).

Практическое занятие 15. Синтез 6-имино-2,7-диоксибицикло[3.2.1]октан-4,4,5-трикарбонитрилов на основе реакции 4-оксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов с альдегидами.

Лекция 16. Реакции 4-оксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов по C-N кислотному центру:

1. Взаимодействие с альдегидами (Реакция 4-оксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов с альдегидами. Диастереоселективность процесса).

2. Реакции с гидробензамидом и его аналогами (Влияние условий реакции на глубину протекающих процессов).

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля).**

Формы и виды контроля знаний аспирантов, предусмотренные по данной дисциплине:

текущий контроль;

промежуточная аттестация (зачет, кандидатский экзамен).

*Критерии получения зачета по дисциплине (модулю):*

- оценка «зачтено» ставится, если обучающийся выполнил не менее половины аудиторных контрольных работ, домашних заданий, докладов, ответил на половину вопросов к зачету;

- оценка «не зачтено» ставится, если обучающийся выполнил менее половины аудиторных контрольных работ, домашних заданий, докладов, не ответил на половину вопросов к зачету.

*Критерии экзаменационной оценки:*

- для оценки «отлично» - наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объёме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;

- для оценки «хорошо» - наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;

- для оценки «удовлетворительно» - наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

- для оценки «неудовлетворительно» - наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

##### **4.1. Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Валентное состояние, потенциал ионизации, дипольные моменты, межатомные расстояния, спектры, графические изображения цианогруппы.

2. Нитрил-кетениминная таутомерия.

3. Электрофильные и нуклеофильные реакции цианосоединений.

4. Влияние электронных эффектов на реакционную способность нитрилов.

5. Продукты присоединения галогеноводородов к цианогруппе. Гидратация в присутствии галогеноводородов.

6. Реакций цианосоединений с серной, фосфорной и органическими кислотами.

7. Взаимодействие нитрилов с перекисью водорода и водой в присутствии оснований. Получение амидов. Реакция Радзишевского.

8. Получение сложных эфиров и N-замещенных амидов из цианосоединений.



9. Кислотный и щелочной гидролиз нитрилов. Аномальные реакции при кислотном и щелочном гидролизе.
10. Взаимодействие нитрилов со спиртами в присутствии оснований или кислот. Реакция Пиннера.
11. Реакции нитрилов с аммиаком, аминами, амидами металлов, амидами. Взаимодействие с гидроксиламином, гидразином и его производными.
12. Реакции нитрилов с сероводородом и меркаптанами. Реакции с серой и её производными.
13. Димеризация нитрилов. Циклизация нитрилов.
14. Взаимодействие нитрилов с соединениями содержащими метиленактивное звено.
15. Реакции нитрилов с металлоорганическими соединениями.
16. Внутримолекулярное взаимодействие нитрильной группы с N-нуклеофилами сопровождающиеся образованием амиоимидазолов, аминопиразолов и аминазолов.
17. ТЦЭ с монобромпроизводными метиленактивных соединений.
18. Внутримолекулярное взаимодействие нитрильной группы с N-нуклеофилами сопровождающиеся образованием аминooksазолов, амиогиазолов, с тремя и большим числом гетероатомов в цикле.
19. Внутримолекулярное взаимодействие нитрильной группы с N-нуклеофилами сопровождающиеся образованием 2-аминопиридинов, аминодиазинов, аминопиразинов, аминотриaziнов.
20. Внутримолекулярное взаимодействие нитрильной группы с N-нуклеофилами сопровождающиеся образованием аминooksазиинов, аминотназинов и аминозепинов.
21. Галогенпроизводные малонитрила.
22. Арилазопроизводные малонитрила.
23. Цианоуксусный эфир. Синтез, строение и реакционная способность.
24. Цианацетамид. Синтез, строение и реакционная способность.
25. Тиоцианацетамид. Синтез, строение и реакционная способность.
26. Димер малонитрила. Синтез, строение и реакционная способность.
27. Синтез линейных полинитрильных структур на основе реакции тетрацианоэтилена с карбонильными соединениями.
28. Синтез малых алициклов на основе реакции тетрацианоэтилена с карбонильными соединениями.
29. Методы получения полицианоциклопропанов.
30. Взаимодействие Синтезы полицианоциклогексанов на основе непредельных карбонильных соединений.

#### 4.2. Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Предмет органической химии. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Типы химической связи.
2. Современные представления о строении органических соединениях и взаимном влиянии атомов в молекуле (гибридизация атомных орбиталей, представление о  $\sigma$ - и  $\pi$ -связях, индуктивный и мезомерный эффекты). Классификация реакций и реагентов. Ациклические углеводороды
3. Алканы. Номенклатура, изомерия. Способы получения: реакции Вюрца, Дюма, Кольбе. Химические свойства: хлорирование, нитрование, сульфирование, сульфохлорирование, сульфоокисление. Представление об алкильных радикалах и их стабильности, механизм SR. Применение алканов.
4. Алкены. Номенклатура, изомерия, строение. Способы получения алкенов: дегидрирование алканов, дегидрогалогенирование галогензамещенных алканов, дегидратация спиртов. Химические свойства алкенов: присоединение водорода, галогенов, галогеноводородов, воды, хлорноватистой кислоты. Механизм реакции AdE.

Правило В.В.Марковникова. Представление о карбокатионах и их устойчивости. Радикальные реакции алкенов. Эффект Хараши. Полимеризация алкенов. Применение алкенов.

5. Алкадиены. Алкадиены с кумулированными связями. Номенклатура, изомерия, строение. Способы получения кумуленов и их химические свойства.

6. Алкадиены с сопряженными связями. Номенклатура, изомерия, строение. Способы получения сопряженных алкадиенов. Химические свойства алкадиенов: присоединение водорода, галогенов, галогеноводородов, воды. Особенности реакций AdE в ряду сопряженных алкадиенов. Реакция Дильса-Альдера. Полимеризация сопряженных алкадиенов.

7. Алкадиены с изолированными кратными связями.

8. Алкины. Номенклатура, изомерия, строение. Способы получения алкенов. Химические свойства алкинов: присоединение водорода, галогенов, галогеноводородов, воды (реакция Кучерова, правило Эльтекова), карбонильных соединений. Замещение атома водорода в терминальных алкинах. Циклические углеводороды

9. Циклоалканы. Номенклатура, изомерия, строение. Теория напряжения Байера. Способы получения циклоалканов. Химические свойства циклоалканов. Особенности химического поведения циклопропана.

10. Арены. Комплекс ароматичности. Правило Хюккеля.

11. Бензол и его гомологи. Номенклатура, изомерия, строение. Способы получения. Химические свойства бензола: нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу, роль катализатора. Механизм реакций электрофильного замещения. Понятие о  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексах. Ориентация в ряду замещенных бензола. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация. Окисление гомологов бензола. Применение бензола и его гомологов.

12. Нафталин. Способы получения и химические свойства. Применение нафталина и его производных.

13. Антрацен. Номенклатура. Способы получения и химические свойства. г) Фенантрен. Способы получения и химические свойства.

14. Бифенил. Способы получения и химические свойства. Атропизомерия в ряду производных бифенила.

15. Производные трифенилметана. Получение. Химические свойства. Представление о трифенилметильных радикалах, анионах и катионах. Влияние заместителей на их устойчивость. Красители трифенилметанового ряда. Галогензамещенные углеводороды

16. Галогеналканы. Номенклатура, изомерия, строение. Способы получения. Химические свойства. Реакции нуклеофильного замещения в ряду галогеналканов. Механизмы реакций SN1 и SN2. Влияние структуры галогензамещенного углеводорода на возможность реализации указанных механизмов.

17. Особенности замещения галогенов в аллильном и бензильном положениях. Реакции элиминирования в ряду галогеналканов. Правило Зайцева. Механизмы реакций E1 и E2.

18. Галогеналкены. Номенклатура, изомерия, строение. Способы получения. Химические свойства. Особенности замещения галогена в винильном положении.

19. Галогенарены. Номенклатура, строение. Способы получения. Химические свойства. Механизмы нуклеофильного замещения галогена в ряду галогенаренов.

20. Спирты. Одноатомные спирты. Номенклатура, изомерия, строение. Способы получения спиртов. Физические свойства спиртов. Ассоциация. Химические свойства спиртов: замещение водорода в гидроксильной группе, замещение гидроксильной группы, дегидратация, окисление спиртов.

21. Многоатомные спирты. Номенклатура, изомерия, строение. Способы получения многоатомных спиртов на примере этиленгликоля и глицерина. Химические свойства многоатомных спиртов. Применение многоатомных спиртов.

22. Фенолы. Номенклатура, изомерия, строение. Способы получения фенолов. Химические свойства: реакции гидроксильной группы и реакции бензольного кольца. Взаимное влияние атомов в молекуле фенола. Применение фенолов. Феноло-формальдегидные смолы.

23. Простые эфиры. Номенклатура, изомерия, строение. Способы получения простых эфиров. Химические свойства простых эфиров. Получение и химические свойства оксиранов. Реакции расщепления углерод-кислородной связи.

24. Альдегиды и кетоны. Номенклатура, изомерия. Способы получения. Строение карбонильной группы. Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе альдегидов и кетонов (AdN) воды, спиртов, циановодорода, гидросульфита натрия. Реакции альдегидов и кетонов с азотсодержащими нуклеофилами.

25. Альдегиды и кетоны. Получение оксимов, оснований Шиффа, гидразонов, семикарбазонов, тиосемикарбазонов. Взаимодействие альдегидов и кетонов с магнийорганическими соединениями. Реакции конденсации (альдольная, кротоновая, Гейтера-Кляйзена, Канниццаро, Кневенагеля). Реакции углеводородных радикалов альдегидов и кетонов.

26. Альдегиды и кетоны. Реакции окисления и восстановления. Реакции полимеризации и поликонденсации с участием альдегидов и кетонов.

27. Непредельные альдегиды и кетоны, кетены. Способы получения. Особенности реакций присоединения к непредельным альдегидам и кетонам. Реакции кетенов с электрофильными и нуклеофильными реагентами.

28. Методы синтеза дикарбонильных соединений. Различие химических свойств  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -дикарбонильных соединений. Кето-енольная таутомерия. Применение дикарбонильных соединений для синтеза гетероциклов.

29. Получение о- и п-бензо- и нафтохинонов. Свойства хинонов: получение моно- и диоксимов, присоединение хлороводорода, анилина, уксусного ангидрида, спиртов, реакция с диенами. Восстановление хинонов. Комплексы с переносом зарядов. 30. Антрахинон. Получение и свойства. Ализарин.

30. Монокарбоновые кислоты. Номенклатура, изомерия. Физические свойства. Способы получения. Строение карбоксильной группы. Кислотные свойства монокарбоновых кислот в зависимости от природы углеводородного радикала. Химические свойства монокарбоновых кислот: реакции карбоксильной группы и углеводородного радикала.

31. Непредельные монокарбоновые кислоты. Номенклатура, получение, свойства.

32. Производные монокарбоновых кислот: сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, гидразиды. Синтез и химические свойства.

33. Предельные и непредельные дикарбоновые кислоты. Номенклатура, изомерия, синтез и свойства.

34. Малоновая кислота и ее дитиловый эфир. Синтезы на основе малонового эфира. Галоген-, окси- и оксокарбоновые кислоты

35. Галогензамещенные карбоновые кислоты и их производные. Номенклатура, изомерия. Синтез  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -галогенкарбоновых кислот. Химические свойства. Реакции Реформатского и Дарзана.

36. Гидроксизамещенные кислоты. Номенклатура, изомерия. Синтез  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гидроксикислот и их химические свойства. Особенности поведения  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гидроксикислот.

37. Фенолокислоты. Номенклатура, изомерия. Получение и химические свойства фенолокислот.

38. Стереизомерия гидроксикислот с одним и двумя асимметрическими атомами углерода. D,L и R,S-номенклатура. Методы разделения рацематов. Ассиметрический синтез.
39. Оксокислоты. Номенклатура, изомерия.  $\alpha$ -Оксокислоты. Синтез, химические свойства. Глиоксиловая и пировиноградные кислоты.
40.  $\beta$ -Оксокислоты и их эфиры. Синтез. Ацетоуксусная кислота и ее эфир. Строение. Кето-енольная таутомерия. Кетонное и кислотное расщепление ацетоуксусного эфира. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира.
41. Левулиновая кислота, как представитель  $\gamma$ -оксокислот. Синтез и свойства.
42. Классификация углеводов. Моносахариды. Номенклатура. Химические свойства. Стереизомерия моносахаридов. Линейные и циклические формы моносахаридов. Формулы Фишера и Хеурса. Аномеры и эпимеры. Удлинение и укорочение углеродной цепи в моносахаридах. Гликозиды.
43. Дисахариды. Мальтоза, целлобиоза, лактоза, трегалоза, сахароза. Строение и свойства. 44. Полисахариды. Крахмал и целлюлоза. Строение и свойства.
45. Нитросоединения. Номенклатура. Получение и химические свойства. Реакции нитрогруппы и углеводородного радикала.
46. Амины. Классификация и номенклатура. Способы получения первичных, вторичных и третичных аминов. Основность аминов. Влияние природы и количества 4 углеводородных радикалов на основность аминов. Химические свойства аминов. Амины как нуклеофильные реагенты. Отношение аминов к азотистой кислоте. Ароматические амины. Синтез и свойства.
47. Получение и химические свойства алифатических диазосоединений. Применение диазосоединений в органическом синтезе.
48. Получение солей диазония. Отношение солей диазония к изменению кислотности среды. Реакции солей диазония с выделением азота. Реакции солей диазония без выделения азота. Реакции азосочетания. Азо- и диазосоставляющие. Сочетание с аминами и фенолами, условия. Азокрасители
49. Аминокислоты. Классификация и номенклатура. Получение  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -аминокислот и их химические свойства. Гетероциклические соединения
50. Пятичленные гетероциклы. Фуран, пиррол, тиофен. Получение. Строение пятичленных гетероциклов и их химические свойства. Своеобразие реакций электрофильного замещения. Окисление и восстановление пятичленных гетероциклов.
51. Индол. Синтез и химические свойства.
52. Шестичленные гетероциклы. Пиридин. Получение пиридина и его гомологов. Строение. Химические свойства. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Получение и реакции N-окиси пиридина. Реакции окисления и восстановления пиридина и его гомологов.
53. Хинолин и изохинолин. Методы синтеза и химические свойства.
54. Биологическая роль реакций алкилирования.
55. Внутримолекулярное взаимодействие нитрильной группы O-нуклеофилами.
56. Внутримолекулярное взаимодействие нитрильной группы S-нуклеофилами.
57. Внутримолекулярное взаимодействие нитрильной группы C-нуклеофилами.
58. Строение, методы получения тетрацианоэтилена
59. Реакционная способность тетрацианоэтилена
60. Строение, методы получения тетрацианоэтана
61. Реакционная способность тетрацианоэтана
62. Полицианоциклопропаны
63. Полицианоциклогексаны
64. Реакции 4-оксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов по C-N кислотному центру

Каждому аспиранту на экзамене дополнительно задаются вопросы по теме диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

### 5.1. Рекомендуемая основная литература.

№	Название
1.	Гаршин А.П. Органическая химия в рисунках, таблицах, схемах: учебное пособие / Гаршин А.П., А.П. Гаршин - Органическая химия в рисунках, таблицах, схемах - Санкт-Петербург: Химиздат, 2020. - 184 с.. - 978-5-93808-285-4— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/67352.html">http://www.iprbookshop.ru/67352.html</a> – ЭБС «IPRBooks».
2.	Щеголев А. Е. Органическая химия: для фармацевтических и химико-биологических специальностей вузов / Щеголев А. Е., Яковлев И. П. - Москва: Лань, 2021. - . - ISBN 978-5-8114-7469-1 - Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/160147">https://e.lanbook.com/book/160147</a> - ЭБС «IPRBooks».

### 5.2. Рекомендуемая дополнительная литература.

№	Название
1.	Реакции 4-оксоалкан-1,1,2,2-тетракарбонитрилов: методические указания / К. В. Липин, М. Ю. Беликов, О. В. Ершов, А. В. Еремкин ; [отв. ред. Я. С. Каюков] ; Чуваш. гос. ун-т им. И. Н. Ульянова - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2012. - 32с.. - ISBN rus.
2.	Денисов, В.Я. Стереохимия органических соединений: Учеб. пособие / Кемеровский госуниверситет. – Кемерово, 2013. – 228 с.
3.	Еремкин А. В. Взаимодействие тетрацианоэтилена с карбонильными соединениями: [монография] / Еремкин А. В., [науч. ред. О. Е. Насакин] ; Чуваш. гос. ун-т им. И. Н. Ульянова - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2015. - 171с.: ил.. - ISBN 978-5-7677-2095-8.
4.	Тюкавкина Н. А. Биоорганическая химия: учебник для медицинских вузов / Тюкавкина Н. А. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 411с.. - ISBN 978-5-9704-3188-7.
5.	Тюкавкина Н. А. Биоорганическая химия: учебник [для медицинских вузов] / Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., Зурабян С. Э. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 411с.. - ISBN 978-5-9704-2783-5.
6.	Фролова В.В. Органическая химия: учебное пособие / Фролова В.В., Дьяконова О.В., О.В. Дьяконова; В.В. Фролова - Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016. - 235 с.. - ISBN . Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/72722.html">http://www.iprbookshop.ru/72722.html</a> - ЭБС «IPRBooks».
7.	Клюшкина Ю.Ф. Органическая химия: практикум / Клюшкина Ю.Ф., Серов А.В., А.В. Серов; Ю.Ф. Клюшкина - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. - 187 с.. - ISBN . Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/62856.html">http://www.iprbookshop.ru/62856.html</a> - ЭБС «IPRBooks»
8.	Ким А.М. Органическая химия: учебное пособие / Ким А.М., А.М. Ким - Органическая химия - Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. - 844 с.. - ISBN 978-5-379-02004-0. . Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/65281.html">http://www.iprbookshop.ru/65281.html</a> - ЭБС «IPRBooks»
9.	Сафаров, М.Г. Основы органической химии: учебное пособие / М. Г.Сафаров [и др.]. – 2-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2019. – 528 с. ISBN 978-5-8114-3321-6 Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/113905">https://e.lanbook.com/book/113905</a> - ЭБС

	«IPRBooks»
10.	Богомолова, И.В. Органическая химия: учеб. пособие/ И.В. Богомолова, С.С. Макарихина. — М. : ФЛИНТА, 2019. — 365 с. ISBN 978-5-9765-1705-9 Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/119306">https://e.lanbook.com/book/119306</a> - ЭБС «IPRBooks»
11.	Асилова, Н. Ю. Функциональные производные углеводов: галогенопроизводные, спирты, простые эфиры и фенолы: учебно-методическое пособие / Н. Ю. Асилова, Е. Я. Борисова, Н. Ю. Борисова. – Москва : РГУ МИРЭА, – 2020. – 87 с. ISBN Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/163822">https://e.lanbook.com/book/163822</a> - ЭБС «IPRBooks»
12.	Реутов, В.Г. Органическая химия. – М.: Лаборатория знаний, – 2021. – 570 с.
13.	Пресс, И.А. Основы органической химии для самостоятельного изучения, – СПб: Лань, – 2022. – 432 с. ISBN 978-5-8114-1931-9 Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/168891">https://e.lanbook.com/book/168891</a> - ЭБС «IPRBooks»

*5.3. Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы, интернет-ресурсы.*

№	Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, интернет-ресурсов
Перечень программного обеспечения	
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office
2.	Операционная система Windows
Перечень ЭБС	
1.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://library.chuvsu.ru">http://library.chuvsu.ru</a>
2.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
3.	Образовательная платформа «Юрайт»: для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="https://www.urait.ru">https://www.urait.ru</a>
Интернет-ресурсы	
1.	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
2.	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>
3.	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://www.nlr.ru">http://www.nlr.ru</a>
4.	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
5.	Научная электронная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
6.	Библиографическая и реферативная база данных «Scopus» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>
7.	Поисковая платформа «Web of Science» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="https://webofknowledge.com">https://webofknowledge.com</a>

## **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).**

Учебные аудитории для лекционных и практических занятий по дисциплине оснащены мультимедийным проектором и настенным экраном.

Учебные аудитории для самостоятельных занятий по дисциплине оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

## **7. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями.**

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

## **8. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы.**

Самостоятельная работа определяется спецификой дисциплины и методикой ее преподавания, временем, предусмотренным учебным планом, а также степенью обучения, на которой изучается дисциплина.

Для самостоятельной подготовки можно рекомендовать следующие источники: конспекты лекций и/или практических и лабораторных занятий, учебную литературу соответствующего профиля.

Преподаватель в начале чтения курса информирует обучающихся о формах, видах и содержании самостоятельной работы, разъясняет требования, предъявляемые к результатам самостоятельной работы, а также формы и методы контроля и критерии оценки.

### *Методические рекомендации по подготовке к зачету*

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором обучающиеся получают предварительный перечень вопросов к зачёту и список рекомендуемой литературы, их ставят в известность относительно критериев выставления зачёта и специфике текущей и промежуточной аттестации. С самого начала желательно планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету и списком рекомендуемой литературы, а также путём самостоятельного конспектирования материалов занятий и результатов самостоятельного изучения учебных вопросов.

Темы, вынесенные на самостоятельное изучение, необходимо законспектировать. В конспекте кратко излагается основная сущность учебного материала, приводятся необходимые обоснования, табличные данные, схемы, эскизы, графики и т.п. Конспект целесообразно составлять целиком на тему. При этом имеется возможность всегда дополнять составленный конспект материалами из журналов, данных из Интернета и других источников. Таким образом, конспект становится сборником необходимых

материалов, куда аспирант вносит всё новое, что он изучил, узнал. Такие конспекты представляют, большую ценность при подготовке к занятиям.

Основные этапы самостоятельного изучения учебных вопросов:

1. Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.
2. Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
3. Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
4. Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
5. Составление опорного конспекта.

*Методические рекомендации по подготовке к экзамену*

Экзамен преследует цель оценить работу обучающегося за определенный курс: полученные теоретические знания, их прочность, развитие логического и творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения анализировать и синтезировать полученные знания и применять на практике решение практических задач.

Формулировка вопросов совпадает с формулировкой перечня вопросов, доведенного до сведения обучающихся за один месяц до экзаменационной сессии. В процессе подготовки к экзамену организована предэкзаменационная консультация для всех учебных групп. Результат экзамена выражается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

С целью уточнения оценки экзаменатор может задать не более одного-двух дополнительных вопросов, не выходящих за рамки требований рабочей программы дисциплины. Под дополнительным вопросом подразумевается вопрос, не связанный с тематикой вопросов билета. Дополнительный вопрос, также как и основные вопросы билета, требует развернутого ответа. Кроме того, преподаватель может задать ряд уточняющих и наводящих вопросов, связанных с тематикой основных вопросов билета. Число уточняющих и наводящих вопросов не ограничено.