

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины  
(факультет / институт / филиал)

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета  
ННГУ  
протокол от  
«16» июня 2021г. № 8

**Рабочая программа дисциплины**  
***«Биоорганическая химия, химия стоматологических материалов»***

---

Уровень высшего образования  
**Специалитет**

Направление подготовки / специальность  
**31.05.03 Стоматология**

Направленность образовательной программы  
**Стоматология**

**Форма обучения**  
**очная**

Нижний Новгород

2021 год

## Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Биоорганическая химия, химия стоматологических материалов» относится к базовой части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 31.05.03 «Стоматология», является обязательной для освоения студентами очной формы обучения во 2-м учебном семестре.

## Цель освоения дисциплины

готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий при решении профессиональных задач.

### 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<b>ОПК-8</b> - Способен использовать основные физико-химические, математические и естественнонаучные понятия и методы при решении профессиональных задач	<b>ОПК-8.1.</b>	Знать: основные физико-химические, математические и естественнонаучные понятия и методы	Вопросы для коллоквиума. Практические задания Контрольные задания. Вопросы для устного контроля. Тестовые задания. Вопросы к экзамену
	<b>ОПК-8.2</b>	Уметь: использовать основные физико-химические, математические и естественнонаучные понятия и методы при решении профессиональных задач	
	<b>ОПК-8.3</b>	Владеть: опытом использования основных физико-химических, математических и естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач	

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма</b>
--	--------------------

	<b>обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	4 ЗЕТ
<b>Часов по учебному плану</b>	144
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b> - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа - (практические занятия/лабораторные работы)	98
<b>самостоятельная работа</b>	10
<b>КСРиф</b>	
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	36

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Всего	Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного	Занятия лабораторного типа	Консультации		
Раздел 1. Введение в органическую и биорганическую химию. Общие представления о строении органических и биорганических молекул и методах их исследования	6	2	4		6	
Раздел 2. Основные закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования	12	4	8		12	
Раздел 3. Биологически активные низкомолекулярные органические соединения. Строение и реакционная способность, медико-биологическое значение и применение	20	4	10		14	2
Раздел 4. Поли- и гетерофункциональные органические и биорганические соединения. Их роль в процессе жизнедеятельности живых организмов и синтезе лекарственных препаратов	14	4	10		14	
Раздел 5. Биологические важные гетероциклические соединения и их роль в биохимических процессах	10	4	8		12	

Раздел 6. Природные и синтетические полимеры как биологически активные высокомолекулярные соединения.	14	4	8		12	2
Раздел 7. Общая характеристика химических соединений, используемых в стоматологии, и материалов на их основе	10	4	4		8	2
Раздел 8. Природные и синтетические неорганические соединения как основа для создания стоматологических материалов	6	2	4		6	2
Раздел 9. Полимеры медицинского назначения: синтез, свойства и применение в стоматологии	8	2	4		6	2
Раздел 10. Современные композиционные материалы и их применение в стоматологии. Стоматологическая керамика	6	2	4		6	
<b>КСР (Контроль самостоятельной работы)</b>	<b>2</b>					
<b>Промежуточная аттестация – Экзамен</b>	<b>36</b>					
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>64</b>			<b>10</b>

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках лабораторных занятий. Промежуточный контроль осуществляется при проведении экзамена.

### 1.1. Содержание курса "Биоорганическая химия, химия стоматологических материалов» (наименование тем и детализация их содержания)

**Раздел 1.** *Введение в органическую и биоорганическую химию. Общие представления о строении органических и биоорганических молекул и методах их исследования*

Тема 1. Теория органического строения А.М.Бутлерова. Валентные состояния атома углерода. Гибридизация.

- 1.1. Типы химических связей и электронные эффекты в органических соединениях
- 1.2. Изомерия органических соединений.
- 1.3. Способы установления строения органических молекул: элементный и функциональный анализ, физико-химические методы (ЯМР, ИК- и УФ-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ).
- 1.4. Взаимное влияние атомов в органических и биоорганических молекулах. Типы сопряжение. Полярные эффекты в органических молекулах.

**Раздел 2.** *Основные закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования*

- 2.1. Гомолитический и гетеролитический разрыв связей в органических и биоорганических соединениях. Реакционные частицы (радикалы, карбокатионы, карбанионы). Понятие о нуклеофильных и электрофильных частицах. Карбены.
- 2.2. Классификация реакций с участием органических и биоорганических соединений: реакции замещения, присоединения, элиминирования, перегруппировки, окислительно-восстановительные.
- 2.3. Основные механизмы органических и биоорганических реакций:  
- свободно радикальное замещение на примере алканов и их производных. Взаимодействие с кислородом как химическая основа пероксидного окисления липидосодержащих систем.

Понятие об антиоксидантах и их использование для ингибирования нежелательных процессов окисления;

- электрофильное присоединение на примере алкенов. Реакции гидрогалогенирования и гидратации. Понятие кислотного катализа;

- электрофильное замещение с участием соединений ароматического ряда и гетероциклических соединений. Влияние заместителей в ароматическом кольце и гетероатомов в гетероциклах на направление реакции.

Канцерогенные свойства некоторых ароматических углеводородов и их производных.

### **Раздел 3. Биологически активные низкомолекулярные органические соединения. Строение и реакционная способность, медико-биологическое значение и применение**

3.1. Гидроксилсодержащие органические соединения. Понятие о гидрофильных и липофильных свойствах биоорганических молекул. Номенклатура. Классификация.

3.2. Одноатомные спирты и их химические свойства. Качественные реакции на спирты.

3.3. Реакции нуклеофильного замещения на примере спиртов. Механизм и стереохимия указанных реакций.

3.4. Простые эфиры. Строение, изомерия, номенклатура. Физические и химические свойства. Применение в медицине.

3.5. Фенолы: строение и электронные эффекты в его молекуле. Сравнение реакционной способности фенолов и спиртов. Химические свойства фенола по гидроксильной группе и ароматическому кольцу. Применение фенола и его производных. Фенольные соединения в природе.

3.6. Медико-биологическое значение соединений с гидроксильной группой и их применение.

3.7. Карбонильные соединения. Классификация. Номенклатура. Изомерия. Строение карбонильной группы и общая характеристика реакционной способности.

3.8. Реакции нуклеофильного присоединения с участием карбонильной группы: взаимодействие с водой, со спиртами, азотсодержащими и другими соединениями. Образование и гидролиз иминов как химическая основа пиридоксалевого катализа.

3.9. Реакции конденсации с участием альдегидов и кетонов. Наличие СН-кислотного центра в молекулах, содержащих карбонильную группу, как причина образования связи углерод-углерод *in vivo*. Алдольное присоединение и алдольное расщепление, биологическое значение этих процессов.

3.10. Хиноны и их участие в окислительно-восстановительных процессах, протекающих *in vivo*.

3.11. Качественные реакции на соединения, содержащие карбонильную группу. Медико-биологическое значение формальдегида, уротропина, хлоральгидрата и других карбонильных соединений.

3.12. Карбоновые кислоты и их производные. Строение карбоксильной группы. Химические свойства кислот. Функциональные производные карбоновых кислот.

### **Раздел 4. Поли- и гетерофункциональные органические и биоорганические соединения. Их роль в процессе жизнедеятельности живых организмов и синтезе лекарственных препаратов**

4.1. Взаимное влияние функциональных групп в органических молекулах и их реакционная способность. Примеры поли- и гетерофункциональных соединений.

4.2. Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин (получение, свойства, применение). Хелатные комплексы.

4.3. Аминоспирты: аминоксано́л (коламин), холин, ацетилхолин. Аминофенолы: дофамин, норадреналин, адреналин. Медико-биологическое значение указанных соединений.

4.4. Гидроксикарбоновые кислоты. Стероизомерия и реакционная способность. Молочная, яблочная, винная и лимонные кислоты как представители гидроксикислот.

- 4.5. Оксокислоты. Строение, химические свойства и медико-биологическое значение.
- 4.6. Аминокислоты и их производные. Стереизомерия, образование лактамов. Представление о  $\beta$ -лактамных антибиотиках.
- 4.7. Гетерофункциональные производные ряда бензола и их применение в фармакологии (салициловая, аминокислотная, сульфаниловая кислоты и их производные).

**Раздел 5. Биологические важные гетероциклические соединения и их роль в биохимических процессах**

- 5.1. Пятичленные гетероциклы: фуран, пиррол и тиофен, как представители ароматических гетероциклов. Строение и реакционная способность.
- 5.2. Пирол и тетрапирольные соединения (порфин, гемм и др.).
- 5.3. Пиридин и его производные. Никотиновая кислоты и ее производные.
- 5.4. Гетероциклические соединения с двумя гетероатомами. Пиридазин, пиримидин, пиазин. Пурин и его производные.
- 5.5. Фолевая кислота, биотин, тиамин: строение и биологическая активность.
- 5.6. Общие понятия об алкалоидах и антибиотиках.

**Раздел 6. Природные и синтетические полимеры как биологически активные высокомолекулярные соединения.**

- 6.1. Общее понятие о полимерах и реакциях полимеризации и поликонденсации.
- 6.2. Аминокислоты как исходный материал для синтеза белков и пептидов – природных полимеров. Строение и химические свойства аминокислот. Биологически важные реакции аминокислот (дезаминирование, декарбоксилирование, гидроксиглирование и др.).
- 6.3. Пептиды и пептидная связь. Синтез полипептидов и расщепление белков. Кальций-связывающие белки дентина и эмали.
- 6.4. Классификация белков. Понятие о составе и строении белков.
- 6.5. Углеводы: распространение в природе. Фотосинтез. Классификация углеводов.
- 6.6. Моносахариды и их производные. Важнейшие альдопентозы и альдогексозы. Строение, пиранозные и фуранозные циклы,  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Конформация глюкопиранозы. Свойства моносахаридов как полиоксигликонов на примере глюкозы. Реакции удлинения и укорачивания цепи, Принципы установления структуры моноз.
- 6.7. Дисахариды и полисахариды: строение, свойства, биологическое значение и применение.
- 6.8. Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты. Гепарин. Понятие о смешанных биополимерах.
- 6.9. Нуклеиновые кислоты. Нуклеозидмонофосфаты и нуклеозидполифосфаты. Их роль как макроэргических соединений и внутриклеточных биорегуляторов.
- 6.10. Липиды, их классификация. Естественные жиры как эфиры глицерина и высокомолекулярных карбоновых кислот. Основные жирные кислоты, входящие в состав жиров. Влияние липидов на минерализацию дентина.

**Раздел 7. Общая характеристика химических соединений, используемых в стоматологии, и материалов на их основе**

Исторический экскурс в стоматологическое материаловедение. Основные классы стоматологических материалов. Требования, предъявляемые к ним, их физико-химические свойства и характеристики.

**Раздел 8. Природные и синтетические неорганические соединения как основа для создания стоматологических материалов**

- 8.1. Общая характеристика соединений, используемых в стоматологии, и требования, предъявляемые к ним.

- 8.2. Стоматологические цементы и другие материалы, используемые для пломбирования корневых каналов. Их классификация и свойства.
- 8.3. Понятие об адгезивах и адгезионных системах и их применении в стоматологии.
- 8.4. Материалы для гигиены и очищения полости рта: их химический состав и свойства, требования, предъявляемые к ним.

**Раздел 9. Полимеры медицинского назначения: синтез, свойства и применение в стоматологии**

- 9.1. Общая характеристика синтетических полимеров медицинского назначения и области их применения. Основные методы синтеза полимеров.
- 9.2. Радикальная термическая и фотохимическая полимеризация и ее применение в стоматологии. Полимеры на основе акриловых и метакриловых мономеров как основа для создания высокотехнологичных стоматологических материалов.
- 9.3. Классификация полимерных материалов для съемных зубных протезов и методы их получения. Физико-химические свойства и характеристики указанных материалов.
- 9.4. Базисные эластичные материалы для стоматологии: методы синтеза, свойства и области применения.

**Раздел 10. Современные композиционные материалы и их применение в стоматологии. Стоматологическая керамика**

- 10.1. Понятие о композиционных материалах и областях их применения.
- 10.2. Керамические материалы для стоматологии. Их характеристики, основные свойства и области применения.
- 10.3. Основные материалы для цельнокерамических зубных протезов и характеристики.
- 10.4. Штифты для пломбирования корневых каналов на основе композиционных материалов.

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: решение практических заданий, лабораторный практикум.

На проведение практических занятий в форме практической подготовки отводится 20 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий при решении профессиональных задач.
- компетенций:

**ОПК-8** - Способен использовать основные физико-химические, математические и естественнонаучные понятия и методы при решении профессиональных задач

**1.2. Примерный план практикума и перечень лабораторных работ по курсу «Биоорганическая химия. Химия стоматологических материалов»**

**1 занятие. Вводное занятие.** Введение в биоорганическую химию, техника безопасности.

*Семинар:* Классификация органических и биоорганических соединений, номенклатура.

**2 занятие. Лабораторная работа** «Качественный химический анализ органических и биоорганических соединений на содержание углерода, водорода, азота и галогенов».

*Семинар:* Электронное строение атома углерода, гибридизация. Типы связей в органических соединениях. Электронные эффекты в органических молекулах. Промежуточные реакционные частицы.

**3 занятие.** Лабораторная работа «Получение и свойства алканов, алкенов, алкинов и качественные реакции на углеводороды».

*Семинар:* Химические свойства алканов, алкенов, алкинов. Механизм реакций свободно-радикального замещения и электрофильного присоединения.

**4 занятие.** Лабораторная работа «Химические свойства ароматических углеводородов и их производных».

*Семинар:* Реакции электрофильного замещения в ароматических углеводородах.

**5 занятие.** *Коллоквиум:* Введение в биоорганическую химию, углеводороды (см. Программу).

**6 занятие.** Лабораторная работа «Качественные реакции с участием гидроксилсодержащих соединений (спиртов и фенолов)».

*Семинар:* Номенклатура, строение и химические свойства спиртов и фенолов как гидроксилсодержащих соединений. Медико-биологическое значение соединений с гидроксильной группой.

**7 занятие.** Лабораторная работа «Химические свойства соединений, содержащих карбонильную группу в своем составе (альдегидов и кетонов)».

*Семинар:* Строение карбонильной группы. Изомерия и номенклатура альдегидов и кетонов. Реакции присоединения по карбоксильной группе. Медико-биологическое значение формальдегида, уротропина, хлоральгидрата и других гидроксилсодержащих соединений.

**8 занятие.** Лабораторная работа «Химические свойства карбоновых кислот и их производных».

*Семинар:* Строение карбоксильной группы. Изомерия, номенклатура карбоновых кислот и их производных. Химические свойства карбоновых кислот. Биологическое значение карбоновых кислот и их производных.

**9 занятие.** *Семинар.* Оксикислоты, строение и свойства. Понятие об асимметрическом атоме углерода. Оптическая изомерия на примере оксикислот. Пространственное строение биоорганических соединений и их физиологическая активность.

**10 занятие.** *Коллоквиум.* Гидроксилсодержащие производные углеводородов, карбонильные соединения, карбоновые кислоты и их производные (см. Программу).

**11 занятие.** Лабораторная работа «Качественные реакции на углеводы».

*Семинар:* Классификация углеводов, строение, стереоизомерия, химические свойства. Моносахариды и их производные в биологических процессах. Полисахариды".

**12 занятие.** Лабораторная работа «Качественные реакции на амины, аминокислоты и белки».

*Семинар:* Амины – основность, номенклатура, химические свойства. Аминокислоты: номенклатура, изомерия, химические свойства. Биологическое значение аминов и аминокислот.

**13 занятие.** Лабораторная работа «Качественные реакции на некоторые гетероциклические соединения (на примере витаминов)».

*Семинар:* Гетероциклические соединения. Особенности строения и химические свойства.

**14 занятие.** *Коллоквиум:* Углеводы, амины, аминокислоты, белки, гетероциклические соединения (см. Программу).

**15 занятие.** *Семинар:* Химические основы современного стоматологического материаловедения.



**16 занятие.** Контрольная работа по химии стоматологических материалов. Зачетное занятие по курсу биоорганической химии и химии стоматологических материалов.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Большое внимание уделяется самостоятельной работе студентов, которая включает подготовку к семинарским занятиям по отдельным главам курса, а также допусков к выполнению лабораторных работ и написание отчетов по лабораторным работам, которые представляются в письменном виде. Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку студента в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах и лабораториях, а также в домашних условиях (общежитии ННГУ) с использованием ресурсов Интернета для подготовки к устному опросу, контрольным работам и тестам, а также оформление отчетов по соответствующим темам лабораторных работ.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Еженедельный устный опрос с оценкой;
- Три коллоквиума по разделам (коллоквиум 1 – разделы 1-3; коллоквиум 2 - разделы 4-6; коллоквиум 3 – разделы 7-10);
- Семинары и контрольные работы по ряду разделов курса;
- Сдача теоретического допуска к лабораторным работам и проверка написания отчетов по ним.

Для подготовки студентов к выполнению лабораторных работ и самостоятельного изучения материала рекомендуются методические пособия и разработки кафедры:

Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Руководство к практическим занятиям по биоорганической химии. Н.Новгород: Из-во ННГУ. 2019. - 46 с.

Гришин Д.Ф., Павловская М.В., Гришин И.Д. Руководство к практическим занятиям по органической химии. Н.Новгород: Из-во ННГУ. 2018. - 40 с.

Артемьев А.Н., Павловская М.В. Вопросы и задания по органической химии. Часть 1: углеводороды. Н.Новгород: Из-во ННГУ. 2018. – 39 с.

Гришин Д.Ф., Павловская М.В. Практикум по органической химии. Руководство к практическим занятиям для студентов биологического факультета. ННГУ. 2012. - 44 с.

Колякина Е.В., Павловская М.В. Номенклатура и изомерия органических соединений. Методическая разработка для студентов биологического факультета. Часть I. Номенклатура органических соединений. Н.Новгород: ННГУ, 2004. – 31 с.

Колякина Е.В., Павловская М.В. Номенклатура и изомерия органических соединений. Методическая разработка для студентов биологического факультета. Часть II. Изомерия. Н.Новгород: ННГУ, 2004. – 31 с.

Гришин Д.Ф. Введение в теоретические основы органической химии. Учебное пособие для студентов биологического факультета. Н.Новгород: ННГУ, 2003. – 24 с.

Программа курса, вопросы к устному опросу и коллоквиумам представлены в приведенных выше учебно-методических пособиях, а также выдаются студентам в виде раздаточного материала в печатном или электронном виде (приведены ниже).

#### **5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:**

##### **5.1 Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

	<b>Шкала оценивания сформированности компетенций</b>
--	------------------------------------------------------

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	от ответа						
--	--------------	--	--	--	--	--	--

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
<b>зачтено</b>	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.**

#### Вопросы для коллоквиумов

1. Предмет биоорганической химии.
2. Валентные состояния атомов углерода. Гибридизация. Типы связей в органических соединениях.
3. Изомерия в органических соединениях.
4. Электронные эффекты в органических соединениях.
5. Промежуточные реакционные частицы: свободные радикалы, карбокатионы, карбанионы. Электронное и пространственное строение.
6. Реакции свободно радикального замещения на примере алканов
7. Реакция окисления алканов кислородом как основа пероксидного окисления липидосодержащих систем
8. Антиоксиданты и их медико-биологическое значение

9. Реакции электрофильного присоединения на примере алкенов: галоидирование, гидрогалогенирование и гидратация.
10. Понятие об ароматичности в органической химии.
11. Ароматические углеводороды: механизм реакции электрофильного замещения. Влияние заместителей на направление реакции.
12. Понятие о гидрофильных и липофильных свойствах биоорганических молекул на примере гидроксилсодержащих органических соединений.
13. Одноатомные спирты и их химические свойства. Качественные реакции на спирты.
14. Реакции нуклеофильного замещения на примере спиртов.
15. Простые эфиры. Строение, изомерия и химические свойства. Применение в медицине.
16. Фенолы: строение и электронные эффекты в его молекуле. Сравнение реакционной способности фенолов и спиртов.
17. Химические свойства фенола по гидроксильной группе и ароматическому кольцу.
18. Применение фенола и его производных. Фенольные соединения в природе.
19. Медико-биологическое значение соединений с гидроксильной группой и их применение.
20. Строение карбонильной группы и общая характеристика реакционной способности альдегидов и кетонов.
21. Реакции нуклеофильного присоединения с участием карбонильной группы: взаимодействие с водой, со спиртами, азотсодержащими и другими соединениями.
22. Реакция образования иминов и их гидролиз как химическая основа пиридоксалевого катализа.
23. Реакции конденсации с участием альдегидов и кетонов.
24. Наличие СН-кислотного центра в молекулах, содержащих карбонильную группу, как причина образования связи углерод-углерод *in vivo*.
25. Алдольное присоединение и алдольное расщепление, биологическое значение этих процессов.
26. Хиноны и их участие в окислительно-восстановительных процессах, протекающих *in vivo*.
27. Качественные реакции на соединения, содержащие карбонильную группу. Медико-биологическое значение формальдегида, уротропина, хлоральгидрата и других карбонильных соединений.
28. Строение карбоксильной группы. Химические свойства карбоновых кислот.
29. Функциональные производные карбоновых кислот.
30. Ацилфосфаты и ацилкофермент А как природные макроэргические ацилирующие агенты. Биологическая роль реакций ацилирования.
31. Реакции по типу алдольного присоединения с участием кофермента А как путь образования углерод-углеродной связи.
32. Этиленгликоль и глицерин как представители многоатомных спиртов. Хелатные комплексы металлов с их участием.
33. Аминоспирты: аминокэтанол (коламин), холин, ацетилхолин.
34. Аминофенолы: дофамин, норадреналин и адреналин. Медико-биологическое значение указанных соединений.
35. Стероизомерия и реакционная способность гидроксикарбоновых кислот.
36. Молочная, яблочная, винная и лимонные кислоты как представители гидроксикислот.
37. Оксокислоты: строение, химические свойства и медико-биологическое значение.
38. Аминокислоты и их производные: стереоизомерия, образование лактамов.
39. Представление о  $\beta$ -лактамных антибиотиках.
40. Гетерофункциональные производные ряда бензола и их применение в фармакологии (салициловая, аминокислотная, сульфаниловая кислоты и их производные).
41. Соединения со смешанными функциями. Оксокислоты. Изомерия. Методы получения. Химические свойства по гидроксильной и карбоксильной группам. Отдельные

- представители: гликолевая кислота, молочная кислота, яблочная кислота, винные кислоты. Оптическая изомерия. Понятие об асимметрическом атоме углерода. Энантиомеры, диастереоизомеры и мезоформа. Проекционные формулы Фишера. Способы разделения рацематов.
42. Пировиноградная кислота как представитель кетокислот: получение и свойства, биологическое значение.
  43. Углеводы. Классификация. Строение и свойства моносахаридов, полиоксиальдегидов на примере глюкозы. Таутомерные формы: пиранозные и фуранозные циклы,  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Конформация глюкопиранозы. Явление мутаротации. Глюкозидный гидроксил. Гликозиды и их получение.
  44. Стереοизомерия глюкозы, D- и L- ряды. Химические свойства.
  45. Удлинение и укорочение цепи сахаров. Принципы установления структуры моноз.
  46. Дисахариды: принципы строения дисахаридов, восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Отдельные представители: сахароза, мальтоза, лактоза. Строение, свойства, нахождение в природе.
  47. Полисахариды. Крахмал. Его составные части – амилоза и амилопектин. Свойства. Применение. Целлюлоза: строение, получение, свойства.
  48. Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты. Гепарин. Понятие о смешанных биополимерах. Влияние мукополисахаридов на стабилизацию структуры коллагена дентина и эмали.
  49. Нуклеоновые кислоты. Нуклеозидмонофосфаты и нуклеозидполифосфаты. Их роль как макроэргических соединений и внутриклеточных биорегуляторов
  50. Аминокислоты. Строение, методы получения, изомерия, номенклатура. Аминокислоты как биполярные ионы. Изoeлектрическая точка. Химические свойства по амино- и карбоксильной группам. Отношение к нагреванию, образование хелатных соединений при взаимодействии с солями металлов.
  51. Пептиды, пептидная связь. Синтез пептидов и расщепление белков. Понятие о составе, строении и структуре белков.
  52. Химические свойства белков: денатурация, биуретовая реакция, ксантопротеиновая реакция, цистеиновая реакция, осаждение белков.
  53. Жиры как представители липидов: строение, химические свойства: гидролиз, восстановление, отверждение жиров.
  54. Пятичленные гетероциклы: фуран, пиррол и тиофен, как представители ароматических гетероциклов.. Строение. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, нитрование, сульфирование, ацилирование, меркурирование.
  55. Пиррольный цикл в природных соединениях. Порфин. Порфирины. Гемоглобин, хлорофилл. Индол. Производные индола: триптофан, серотонин, индолилуксусная кислота. Индиго.
  56. Шестичленные гетероциклические соединения. Пиридин. Строение. Методы получения. Химические свойства. Свойства пиридина как основания. Реакция электрофильного замещения. Хинолин.
  57. Алкалоиды. Общая классификация. Алкалоиды группы пиридина и пиперидина. Кониин. Никотин. Алкалоиды группы хинолина: хинин. Алкалоиды группы тропана. Атропин. Кокаин. Алкалоиды группы морфина. Морфин. Кодеин. Алкалоиды групп пурина. Пурин. Кофеин.
  58. Основные классы стоматологических материалов.
  59. Общая характеристика соединений, используемых в стоматологии, и требования, предъявляемые к ним.
  60. Стоматологические цементы, используемые для пломбирования корневых каналов.
  61. Понятие об адгезивах и адгезионных системах и их применении в стоматологии.
  62. Материалы для гигиены и очищения полости рта: химический состав и свойства, требования, предъявляемые к ним.

63. Общая характеристика синтетических полимеров медицинского назначения и области их применения.
64. Основные методы синтеза полимеров.
65. Радикальная термическая и фотохимическая полимеризация и ее применение в стоматологии.
66. Полимеры на основе акриловых и метакриловых мономеров как основа для создания высокотехнологичных стоматологических материалов.
67. Классификация полимерных материалов для съемных зубных протезов и методы их получения. Физико-химические свойства и характеристики указанных материалов.
68. Эластичные материалы для стоматологии: методы синтеза и свойства.
69. Композиционные материалы и их применение в стоматологии.
70. Керамические материалы для стоматологии: основные характеристики и свойства.
71. Материалы для изготовления цельнокерамических зубных протезов.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена.

**Оформление результатов лабораторных работ проводится в виде отчетов.**

**Требования к оформлению отчета. Отчет должен содержать:**

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткое теоретическое введение, включая уравнения химических реакций, характеризующие свойства изучаемых соединений, которым посвящена лабораторная работа;
- 4) экспериментальную часть;
- 5) выводы и список использованной при выполнении задания литературы.

Отчет должен быть оформлен аккуратно и представляется на следующее после выполнения работы занятие.

#### **Критерии оценки отчета**

Отчет зачтен	Содержание и оформление отчета полностью соответствует требованиям, указанным выше
Отчет не зачтен	Не выполнен хотя бы один пункт из требований, предъявляемых к оформлению отчета

#### **Вопросы для устного контроля усвоения по основным темам курса**

*Тема:* Общие представления о строении органических и биоорганических молекул и методах их исследования.

1. Состояние гибридизации атомов углерода в  $\alpha$ -метилстироле
2. Сравните реакционную способность этильного, изопропильного и трет-бутильного радикалов по отношению к  $\pi$ -связи этилена
3. Приведите пример соединений, в молекулах которых имеет место:
  - а)  $\pi$ - $\pi$ , б)  $\pi$ - $\sigma$ , в)  $\pi$ - $\pi$ , г)  $\pi$ - $\pi$  сопряжения,
4. Охарактеризуйте возможности метода ИК-спектроскопии при идентификации органических соединений.

*Тема:* Углеводороды

1. Рассмотрите реакции нитрования, сульфохлорирования и сульфирования алканов на примере 2-метилпропана
2. Рассмотрите присоединение бромистого водорода к 2-метилпропену

3. По каким механизмам может протекать полимеризация непредельных соединений? Ответ поясните соответствующими примерами.
4. Рассмотрите взаимодействие бутена-1 с избытком брома, амидом натрия, с водой в присутствии солей ртути в сернокислой среде
5. Рассмотрите полимеризацию изопрена. Приведите формулу изопрена и гуттаперчи
6. Рассмотрите свойства ароматических углеводородов на примере:  
а) этилбензола; б) 1-метилнафталина; в) антрацена.
7. Приведите пример небензоидных ароматических систем. Какие углеводороды относятся к ароматическим?

*Тема: Спирты и их производные.*

1. Рассмотрите химические свойства спиртов на примере этанола
2. Сравнение реакционной способности первичных, вторичных и третичных спиртов
3. Реакция этерификации на примере взаимодействия пропановой кислоты с этанолом
4. Методы получения и свойства простых эфиров
5. Качественные реакции на многоатомные спирты.
6. Медико-биологическое значение и практическое применение гидроксилсодержащих соединений
7. Аминоспирты: аминокетаны (холин), холин, ацетилхолин. Аминофенолы: дофамин, норадреналин, адреналин. Медико-биологическое значение указанных соединений.

*Тема: Фенолы.*

1. Сравнить реакционную способность гидроксильной группы в фенолах и одноатомных спиртах
2. Реакции бромирования, нитрования и сульфирования фенола
3. Окисление фенола
4. С чем связана антиоксидантная активность фенолов и их производных?

*Тема: Карбонильные соединения.*

1. Строение карбонильной группы. Электронные эффекты в карбонильных соединениях на примере пропаналя
2. Реакции нуклеофильного присоединения на примере альдегидов и кетонов
3. Взаимодействие метилэтилкетона с аммиаком и 2,4-динитрофенилгидразином
4. Особенности окисления альдегидов и кетонов
5. Рассмотрите реакция конденсация карбонильных соединений в щелочной среде
6. Хиноны. Характеристика строения и химических свойств. Участие в окислительно-восстановительных процессах in vivo

*Тема: Карбоновые кислоты и их производные*

1. Электронное строение карбоксильной группы. Факторы, определяющие степень диссоциации карбоновых кислот
2. Жиры как представители липидов. Характеристика строения и химических свойств
3. Реакции поликонденсации на примере адипиновой кислоты и ее производных
4. Акриловая и метакриловая кислоты и их производные в синтезе полимеров.
5. Стереоиomerия на примере молочной и винной кислот
6. Карбоновые кислоты и их функциональные производные в природных соединениях и объектах

*Тема: Углеводы*

1. D- и L-ряды моносахаридов.
2. Строение моносахаридов. Циклические формы. Формулы Фишера и Хеуорса
3. Реакции удлинения и укорачивания цепи на примере альдопентоз
4. Реакционная способность спиртовых и глюкозидного гидроксильных

5. Химические свойства моносахаридов на примере арабинозы
6. Сравнение строения и реакционной способности восстанавливающих и невосстанавливающих биоз

*Тема: Аминокислоты*

1. Строение аминокислот в нейтральной, кислой и щелочной средах на примере 2-аминопропановой кислоты. Изоэлектрическая точка
2. Различия в химических свойствах  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\eta$ -аминокислот
3. Химические свойства аминуксусной кислоты по карбоксильной группе
4. Реакции 3-аминопропановой кислоты по аминогруппе
5. Пептидная связь. Синтез полипептидов
6. Качественные реакции на аминокислоты

*Тема: Гетероциклические соединения*

1. Строение пятичленных ароматических гетероциклов на примере пиррола, тиофена и фурана
3. Пиррольный цикл в природных соединениях
4. Сравнение строения и химических свойств пиридина и пиррола
5. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения с участием пиридина
6. Гетероциклы в природных соединениях и физиологически активных веществах
7. Гетероциклические соединения с двумя гетероатомами. Пиридазин, пиримидин, пиазин. Пурин и его производные.
8. Фолевая кислота, биотин, тиамин: строение и биологическая активность.
9. Общие понятия об алкалоидах и антибиотиках.

*Тема: Общая характеристика химических соединений, используемых в стоматологии, и материалов на их основе*

1. Основные классы стоматологических материалов.
2. Требования, предъявляемые к ним, их физико-химические свойства и характеристики.

*Тема: Природные и синтетические неорганические соединения как основа для создания стоматологических материалов*

1. Стоматологические цементы и другие материалы, используемые для пломбирования корневых каналов. Их классификация и свойства.
2. Понятие об адгезии, адгезивах и адгезионных системах и их применении в стоматологии.
3. Материалы для гигиены и очищения полости рта: их химический состав и свойства, требования, предъявляемые к ним.

*Тема: Полимеры медицинского назначения: синтез, свойства и применение в стоматологии*

1. Общая характеристика синтетических полимеров медицинского назначения и области их применения.
2. Основные методы синтеза полимеров.
3. Радикальная термическая и фотохимическая полимеризация и ее применение в стоматологии.
4. Полимеры на основе акриловых и метакриловых мономеров как основа для создания высокотехнологичных стоматологических материалов.
5. Полимерные материалы для съемных зубных протезов и методы их получения, физико-химические свойства и характеристики указанных материалов.
6. Базисные эластичные материалы для стоматологии: методы синтеза, свойства и области применения.



**Тема:** Современные композиционные материалы и их применение в стоматологии.  
Стоматологическая керамика

1. Понятие о композиционных материалах и областях их применения.
2. Керамические материалы для стоматологии: характеристики, основные свойства и области применения.
3. Основные материалы для цельнокерамических зубных протезов.
4. Штифты для пломбирования корневых каналов на основе композиционных материалов.

#### **Типовые экзаменационные задания:**

Напишите уравнения реакций с указанием промежуточных стадий и реакционных частиц, назовите исходные и конечные продукты реакций:

1. Алкан (приведена формула) +  $\text{Cl}_2$  (при облучении) или  $\text{HNO}_3$  (при нагревании)  $\rightarrow$  ?
2. Алкен (приведена формула) +  $\text{Br}_2$  или  $\text{HBr}$  (или  $\text{HCl}$ ) или  $\text{H}_2\text{O}$  (в кислой среде)  $\rightarrow$  ?
3. Ароматический углеводород или производное ароматического углеводорода (приведена формула) +  $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц., t) или  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц., t) или  $\text{Cl}_2$  (в присутствии  $\text{AlCl}_3$  или  $\text{FeCl}_3$ ) или  $\text{Br}_2$  (в присутствии  $\text{AlBr}_3$  или  $\text{FeBr}_3$ )  $\rightarrow$  ?
4. Взаимодействие спиртов (на примере этилового или метилового) с карбоновыми кислотами (уксусной, салициловой или муравьиной) в кислой среде
5. Формальдегид + аммиак (или амин или гидроксилламин или фенилгидразин) или альдольная конденсация на примере альдегида или кетона  $\rightarrow$  ?
6. Приведите пример пятичленного гетероцикла (пиррол, тиюфен или фуран) и охарактеризуйте его химические свойства с помощью 3<sup>x</sup>-4<sup>x</sup> химических реакций.
7. Приведите пример восстанавливающей (или невосстанавливающей) биозы (дисахарида) и напишите реакцию гидролиза с ее участием
8. Рассмотрите оптическую изомерию органических соединений на примере аминокислот (или строение аминокислоты в кислой, нейтральной или щелочной среде) и отношение  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\eta$ -аминокислот к нагреванию.
9. Приведите открытую и циклическую (полуацетальную) форму для любой альдогексозы и рассмотрите ее реакцию с метанолом (или йодистым метилом, или фенолом, или ангидридом карбоновой кислоты)
10. Рассмотрите реакцию удлинения (или укорачивания) цепи на примере альдопентозы
11. Рассмотрите образование пептидной связи на примере аминоксусной кислоты ( $\alpha$ -аминопропионовой кислоты или  $\alpha$ -аминоксусной кислоты), в том числе с защитой соответствующих функциональных групп.
12. Охарактеризуйте стоматологические цементы, используемые для пломбирования зубных каналов.
13. Рассмотрите фотополимеризацию диметакрилового эфира этиленгликоля (приведите уравнение реакции полимеризации). Приведите область применения полученного полимера.
14. Какие полимерные материалы наиболее часто используются для изготовления съемных протезов?
15. Приведите пример сплавов металлов, наиболее часто используемых в стоматологии.

#### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Биоорганическая химия, химия стоматологических материалов»**

а) основная литература:

1. Органическая химия. Краткий курс: Учебное пособие/Иванов В. Г., Гева О. Н. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 222 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=459210>.
2. Органическая химия. Части III-IV: Учебное пособие / Горленко В.А., Кузнецова Л.В., Яныкина Е.А. - М.:МПГУ, 2012. - 414 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=757103>.

б) дополнительная литература:

Федосеев В.Б. "Химия твердого тела (Электронные лекции)" Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2010. – 134 с. Режим доступа: <http://www.unn.ru/books/resources.html>.  
Регистрационный номер: 270.10.05

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Справочно-информационная система «Консультант Плюс»: <http://www.consultant.ru>

Научная российская электронная библиотека elibrary.ru: <https://elibrary.ru/>

Периодика онлайн Elsevier: <https://www.elsevier.com/>

Периодика онлайн Springer: <http://link.springer.com>

Лицензионное ПО (операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office) и свободно распространяемое программное обеспечение.

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

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Для обучения студентов имеется в наличии лаборатория, оснащенная мебелью, доской, необходимым лабораторным оборудованием (весами техническими, колбонагревателем и электроплитками, мешалкой магнитной, портативным рН-, сушильным шкафом из нержавеющей стали, аквадистиллятором, циркуляционным термостатом, установкой для определения температуры кипения и температуры плавления, рефрактометром, вакуумным насосом, шкафом вытяжным, химической посудой, набором реактивов).

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИББМ от 24 февраля 2021 г., протокол № 4.