

**MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN
FEDERATION**

Federal State Autonomous

educational institution of higher education

"National Research Nizhny Novgorod State University them. N.I. Lobachevsky"

Approved

Presidium of the Scientific Council of UNN

April 20, 2021

Protocol №1

Work program of the discipline

**Биоорганическая химия. Химия стоматологических материалов / Bioorganic
chemistry. Chemistry of dental materials**

(name of the discipline)

Level of higher education

Specialty

Direction specialty

31.05.03 Dentistry

Qualification (degree)

Dentist

Nizhny Novgorod

2020

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения - при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-7 Готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач	Знать основные закономерности строения и реакционной способности органических и биологических соединений, а также характеристики материалов и химических соединений, используемых в стоматологии; Уметь анализировать органические и биологические соединения, пользоваться учебной, научной и справочной литературой в области биологической химии и химии

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	в том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы <u>из них</u>				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
Раздел 1. Введение в органическую и биоорганическую химию. Общие представления о строении органических и биоорганических 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	22	6	16		22	

Раздел 4. Поли- и гетерофункциональные органические и биоорганические соединения. Их роль в процессе жизнедеятельности живых организмов и синтезе лекарственных препаратов	16	4	12		16	
Раздел 5. Биологические важные гетероциклические соединения и их роль в биохимических процессах	12	4	8		12	
Раздел 6. Природные и синтетические полимеры как биологически активные высокомолекулярные соединения.	12	4	8		12	
Раздел 7. Общая характеристика химических соединений, используемых в стоматологии, и материалов на их основе	6	2	4		6	
Раздел 8. Природные и синтетические неорганические соединения как основа для создания стоматологических материалов	6	2			2	4
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			2	4
КСР (Контроль самостоятельной работы)	2				2	
Промежуточная аттестация - экзамен, 36 часов						
Итого	144				98	10

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 сопряжения. 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. Амиоспирты: аминокэтанол (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. Стероизомерия, образование лактамов. Представление о р-лактамных антибиотиках.
- 4.7. Гетерофункциональные производные ряда бензола и их применение в фармакологии (салициловая, аминокбензойная, 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, гидроксилирование 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, а- и р-аномеры. Конформация глюкопиранозы. Свойства моносахаридов как полиоксиальдегидов 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.

**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 углеводов и их производных».

Семинар: Реакции электрофильного замещения в ароматических углеводах.

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 углеводов, 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.

2. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и лабораторных занятий. Лекционный

курс читается в соответствии с классическими университетскими педагогическими приемами и технологиями, в том числе применением современных компьютерных технологий (электронные презентации) и интернет-ресурсов, а также с использованием раздаточного материала с изображением ряда схем химических процессов.

Предусмотрены лекции-визуализации с проблемным изложением основных тем курса, которые входят в рабочую программу (представлены в таблице «Содержание дисциплины»). На лабораторных занятиях выполняются тематические лабораторные работы, на которых отрабатываются навыки практической работы с органическими соединениями, стеклянной химической посудой, методами приготовления и отбора проб и другими экспериментальными приемами, необходимыми для квалифицированной работы в лаборатории. Лабораторный практикум оснащен необходимым современным оборудованием и химическими реактивами.

3. 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 ИНГУ) 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.

Артемов 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).

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: галогенирование, 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 р-лактамных антибиотиках.
40. Гетерофункциональные производные ряда бензола и их применение в фармакологии (салициловая, аминокислотная, сульфаниловая кислоты и их производные).
41. Соединения со смешанными функциями. Оксикислоты. 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, α- и (3-аномеры. Конформация глюкопиранозы. Явление мутаротации. Глюкозидный гидроксил. Гликозиды и их получение.
44. Стереоизомерия 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. Нуклеиновые 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.**

4. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

6.1. **Перечень компетенций** выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, в которых участвует дисциплина «Биоорганическая химия, химия стоматологических материалов», приведены в таблице.

ОПК-7: Готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий при решении профессиональных задач.

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения						
		плохо	не удовлетворитель но	удовлетворитель но	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
Второй уровень (углублённый) Готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий при решении профессиональных задач.	Владеть: навыками синтеза органических соединений, а также основами методов выделения, очистки и анализа биоорганических соединений и химических материалов медицинского назначения	Не владеет	Фрагментарное владение навыками синтеза органических химических соединений, а также основами методов выделения, очистки и анализа биоорганических соединений и химических материалов медицинского назначения	В целом успешное, но не систематическое применение навыков синтеза органических химических соединений, а также основами методов выделения, очистки и анализа биоорганических соединений и химических материалов медицинского назначения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков синтеза органических химических соединений, а также основами методов выделения, очистки и анализа биоорганических соединений и химических материалов медицинского назначения	Успешное, но содержащее отдельные, не всегда принципиальные пробелы применение навыков синтеза органических химических соединений, а также основами методов выделения, очистки и анализа биоорганических соединений и химических материалов медицинского назначения	Успешное и систематическое применение навыков синтеза органических химических соединений, а также основами методов выделения, очистки и анализа биоорганических соединений и химических материалов медицинского назначения	Превосходное и систематическое применение навыков синтеза органических химических соединений, а также основами методов выделения, очистки и анализа биоорганических соединений и химических материалов медицинского назначения
	Уметь: - анализировать органические и биоорганические соединения, пользоваться учебной, научной	Не умеет	Фрагментарное умение анализировать органические и биоорганические соединения, пользоваться учебной, научной	В целом успешное умение анализировать органические и биоорганические соединения, пользоваться учебной, научной	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать органические и биоорганические соединения,	Успешное, но содержащее отдельные, не всегда принципиальные пробелы умение анализировать органические и биоорганические	В полной мере сформированное умение анализировать органические и биоорганические соединения, пользоваться учебной, научной	В полной мере сформированное, академичное умение анализировать органические и биоорганические соединения, грамотно

	и справочной литературой в области биорганической химии и химии стоматологических материалов, а также проводить химические эксперименты		и справочной литературой в области биорганической химии и химии стоматологических материалов, а также проводить химические эксперименты	и справочной литературой в области биорганической химии и химии стоматологических материалов, а также проводить химические эксперименты	пользоваться учебной, научной и справочной литературой в области биорганической химии и химии стоматологических материалов, а также проводить химические эксперименты	соединения, пользоваться учебной, научной и справочной литературой в области биорганической химии и химии стоматологических материалов, а также проводить химические эксперименты	и справочной литературой в области биорганической химии и химии стоматологических материалов, а также проводить химические эксперименты	пользоваться учебной, научной и справочной литературой в области биорганической химии и химии стоматологических материалов, а также самостоятельно проводить химические эксперименты
	Знать: основные закономерности строения и реакционной способности органических и биорганических соединений, а также характеристики материалов и химических соединений, используемых в стоматологии.	Не знает	Фрагментарные представления об основных закономерностях строения и реакционной способности органических и биорганических соединений, а также характеристиках материалов и химических соединений, используемых в стоматологии	Неполное представление об основных закономерностях строения и реакционной способности органических и биорганических соединений, а также характеристиках материалов и химических соединений, используемых в стоматологии	В целом сформированы, но содержат отдельные пробелы представления об основных закономерностях строения и реакционной способности органических и биорганических соединений, а также характеристиках материалов и химических соединений, используемых в стоматологии	Сформированы, но содержат отдельные, не всегда принципиальные пробелы представления об основных закономерностях строения и реакционной способности органических и биорганических соединений, а также характеристиках материалов и химических соединений, используемых в стоматологии	Полностью сформированы представления об основных закономерностях строения и реакционной способности органических и биорганических соединений, а также характеристиках материалов и химических соединений, используемых в стоматологии	Максимально полно сформированы представления об основных закономерностях строения и реакционной способности органических и биорганических соединений, а также характеристиках материалов и химических соединений, используемых в стоматологии

Оценка	Уровень подготовки
<u>Превосходно</u>	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета и дал по нему исчерпывающие объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, подтверждением этого является высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов*.
<u>Отлично</u>	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками (более 90% заданий выполнены безукоризненно). Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета и дал по нему объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов.
<u>Очень хорошо</u>	Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в написании реакции, названии соединений и т.п. (более 75% заданий выполнено правильно). Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов.

<u>Хорошо</u>	В целом хорошая подготовка с некоторыми ошибками или недочетами (более 65% заданий выполнено правильно). Студент добросовестно работал на лабораторных занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов.
<u>Удовлетворительно</u>	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос (не менее 50% заданий выполнено правильно).
<u>Неудовлетворительно</u>	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы более чем на 50% вопросов экзаменационного задания.
<u>Плохо</u>	Очень низкий уровень подготовки - менее 20% заданий выполнено правильно.
<u>Отчет зачтен</u>	Содержание и оформление отчета полностью соответствует требованиям, указанным выше требованиям
<u>Отчет не зачтен</u>	Не выполнен хотя бы один пункт из требований. * информация предоставляется преподавателем, ведущим лабораторные занятия. предъявляемых к оформлению отчета

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

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- *письменные ответы* на вопросы контрольных работ;
- *устные ответы на вопросы при фронтальном опросе*;
- *собеседование* на коллоквиуме, экзамене.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- *практические контрольные задания (задачи)*, включающие выполнение одной или нескольких задач;
- *выполнение лабораторных работ по данной дисциплине*;
- *оформление отчета* по темам лабораторных работ.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

Вопросы для 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 α -метилстироле
2. Сравните реакционную способность этильного, изопропильного и трет-бутильного радикалов по отношению к π -связи этилена
3. Приведите пример соединений, в молекулах которых имеет место:
а) π - π , б) π - π , в) π - π , г) π - π 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: аминокетанол (коламин), 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 пропанала
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. Стереизомерия 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. Изoeлектрическая точка
2. Различия в химических свойствах α -, (3- и ω -аминокислот
3. Химические свойства аминокислотной группы 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, тиафена и фурана
1. Пиррольный цикл в природных соединениях
2. Сравнение строения и химических свойств пиридина и пиррола
3. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения с участием пиридина
4. Гетероциклы в природных соединениях и физиологически активных веществах
5. Гетероциклические соединения с двумя гетероатомами. Пиридазин, пиримидин, пиазин. Пурин и его производные.
6. Фолевая кислота, биотин, тиамин: строение и биологическая активность.
7. 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.

**Типовое экзаменационное задание по курсу
«Биоорганическая химия, химия стоматологических материалов» для студентов
Института биологии и биомедицины***

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

1. Алкан (приведена формула) + Сб (при облучении) или НЫОз (при нагревании) \longrightarrow ?
2. Алкен (приведена формула) + Вг₂ или НВг (или НСl) или Н₂О (в кислой среде) \longrightarrow ?
3. Ароматический углеводород или производное ароматического углеводорода (приведена формула) + HNO₃/H₂SO₄ (конц., t) или H₂SO₄ (конц., t) или Ch (в присутствии AlCl₃ или FeCh) или Вг₂ (в присутствии AlBr₃ или FeBr₃) \longrightarrow ?
4. Взаимодействие спиртов {на примере этилового или метилового} с карбоновыми кислотами (уксусной, салициловой или муравьиной) в кислой среде
5. Формальдегид + аммиак (или амин или гидроксилмин или фенилгидразин) или альдольная конденсация на примере альдегида или кетона \longrightarrow ?
6. Приведите пример пятичленного гетероцикла {пиррол, тиюфен или фуран} и охарактеризуйте его химические свойства с помощью 3^х-4^х 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 α-, и ц-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 аминокислоты *{α-аминопропионовой кислоты или α-аминоуксусной 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.

6.5 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ИНГУ от 29.12.2017 г. № 630-ОД;

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД.

7. 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.

8. 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 составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению *31.05.03 «Стоматология»*.

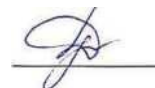
Автор



д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН Д.Ф.Гришин

Зав. кафедрой химии нефти и нефтехимического синтеза,

д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН



Д.Ф.Гришин

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