

# МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по высшему медицинскому,  
фармацевтическому образованию

## УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель  
Министра здравоохранения  
Республики Беларусь,  
Председатель Учебно-методического  
объединения по высшему  
медицинскому, фармацевтическому  
образованию

Е.Н.Кроткова

2023

Регистрационный № УПД-091-021/пр.



## БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности  
7-07-0911-04 «Медико-диагностическое дело»

СОГЛАСОВАНО

Ректор учреждения образования  
«Гомельский государственный  
медицинский университет»

И.О.Стома

06.06

2023



СОГЛАСОВАНО

Начальник Республиканского центра  
научно-методического обеспечения  
медицинского и фармацевтического  
образования государственного  
учреждения образования  
«Белорусская медицинская академия  
последипломного образования»

Л.М.Калацей

08.06.2023

  
08.06.2023

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления кадровой  
политики, учреждений образования  
Министерства здравоохранения  
Республики Беларусь

О.Н.Колюпанова

2023



Минск 2023

## **СОСТАВИТЕЛИ:**

Е.Г.Тюлькова, заведующий кафедрой общей и биорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент;

В.В.Болтromeюк, заведующий кафедрой общей и биорганической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат химических наук, доцент;

А.И.Макаренко, доцент кафедры общей и биорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент;

М.В.Одинцова, старший преподаватель кафедры общей и биорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»

## **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра биорганической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»;

В.Н.Бурдь, заведующий кафедрой химии и биотехнологии учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы», доктор химических наук, доцент

## **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

Кафедрой общей и биорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»  
(протокол № 5 от 15.04.2023);

Кафедрой общей и биорганической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»  
(протокол № 10 от 17.04.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»  
(протокол № 14 от 04.05.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»  
(протокол № 7 от 27.04.2023);

Научно-методическим советом по медико-диагностическому делу Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию  
(протокол № 2 от 04.05.2023)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Биоорганическая химия» – учебная дисциплина модуля «Химический модуль 1», содержащая систематизированные научные знания об электронном и пространственном строении, химических свойствах биологически важных классов органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности человека.

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Биоорганическая химия» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования по специальности 7-07-0911-04 «Медико-диагностическое дело», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_; примерным учебным планом по специальности 7-07-0911-04 «Медико-диагностическое дело» (регистрационный № 7-07-09-004/пр.), утвержденным первым заместителем Министра здравоохранения Республики Беларусь 24.11.2022, первым заместителем Министра образования Республики Беларусь 20.12.2022.

Цель учебной дисциплины «Биоорганическая химия» – формирование базовой профессиональной компетенции для решения диагностических, научно-исследовательских и иных задач профессиональной деятельности.

Задачи учебной дисциплины «Биоорганическая химия» состоят в формировании у студентов научных знаний о теоретических основах и факторах, определяющих реакционную способность органических соединений; строении и свойствах органических соединений биологически важных классов; взаимосвязи между пространственным строением и механизмами функционирования биологически активных молекул; экологических аспектах действия органических соединений; применении органических соединений в медицине; умений и навыков, необходимых для:

оценки химических свойств природных и синтетических органических соединений;

прогнозирования поведения природных и синтетических органических соединений в биологических средах.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Биоорганическая химия», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Биологическая химия», «Фармакология», «Патологическая физиология» и физиологического модуля.

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией:

оценивать свойства природных и синтетических органических соединений, в том числе потенциально опасных для организма человека, прогнозировать их поведение в биологических средах.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине студент должен приобрести теоретические знания, практические умения и навыки, а также развить свой ценностно-личностный и духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию

в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Всего на изучение учебной дисциплины отводится 112 академических часов, из них 74 аудиторных и 38 часов самостоятельной работы студента.

Рекомендуемые формы промежуточной аттестации: экзамен (2 семестр).

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Название раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	лабораторные
<b>1. Теоретические основы строения и общие закономерности реакционной способности органических соединений</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>24</b>
1.1. Введение в учебную дисциплину «Биоорганическая химия». Классификация и номенклатура органических соединений	3	-	3
1.2. Пространственное строение органических молекул и стереоизомерия	3	-	3
1.3. Химическая связь и взаимное влияние атомов в органической молекуле	5	2	3
1.4. Реакционная способность углеводов	5	2	3
1.5. Реакционная способность спиртов, фенолов, тиолов, аминов. Кислотно-основные свойства органических соединений	5	2	3
1.6. Реакционная способность альдегидов и кетонов	5	2	3
1.7. Реакционная способность карбоновых кислот и их функциональных производных	6	-	6
<b>2. Биологически важные гетерофункциональные соединения</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
2.1. Поли- и гетерофункциональные соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности и лежащие в основе важнейших групп лекарственных средств	5	2	3
2.2. Биологически активные гетероциклические соединения. Алкалоиды	3	-	3
<b>3. Биополимеры и их структурные компоненты. Низкомолекулярные биорегуляторы</b>	<b>34</b>	<b>10</b>	<b>24</b>
3.1. Омыляемые липиды	5	2	3
3.2. Углеводы	10	4	6
3.3. Аминокислоты. Пептиды и белки	8	2	6
3.4. Нуклеиновые кислоты	5	2	3
3.5. Низкомолекулярные биорегуляторы	6	-	6
<b>Всего часов</b>	<b>74</b>	<b>20</b>	<b>54</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 1. Теоретические основы строения и общие закономерности реакционной способности органических соединений

#### 1.1. Введение в учебную дисциплину «Биоорганическая химия». Классификация и номенклатура органических соединений

Краткий исторический очерк развития биоорганической химии. Место биоорганической химии в медицинском образовании. Задачи биоорганической химии как учебной дисциплины. Объекты, изучаемые биоорганической химией.

Классификация органических соединений по строению углеродного скелета и природе функциональных групп. Основные классы органических соединений. Теория строения органических соединений А.М.Бутлерова и ее развитие на современном этапе.

Основные правила номенклатуры IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) органических соединений; заместительная и радикально-функциональная номенклатура.

Физико-химические методы выделения и исследования органических соединений (экстракция, хроматография, поляриметрия, ультрафиолетовая спектроскопия, инфракрасная спектроскопия, спектроскопия ядерного магнитного резонанса, рентгеноструктурный анализ и др.).

#### 1.2. Пространственное строение органических молекул и стереоизомерия

Конфигурация и конформация как способы характеристики пространственного строения молекулы. Связь пространственного строения с типом гибридизации атома углерода. Молекулярные модели, стереохимические формулы, проекционные формулы Фишера, формулы Ньюмена.

Хиральность. Хиральные молекулы. Асимметрический атом углерода. Энантиомерия. Оптическая активность. Относительная D- и L-система стереохимической номенклатуры. Глицериновый альдегид как конфигурационный стандарт. Понятие о R, S-номенклатуре. Стереои́зомерия молекул с одним, двумя и более центрами хиральности: энантиомерия и  $\sigma$ -диастереомерия. Мезоформы. Рацемические смеси. Понятие о методах разделения рацемических смесей.  $\pi$ -Диастереомерия ненасыщенных соединений.

#### 1.3. Химическая связь и взаимное влияние атомов в органической молекуле

Электронное строение атома углерода и атомов-органогенов. Гибридизация атомных орбиталей. Типы гибридизации. Типы химических связей в органических соединениях. Основные характеристики ковалентных  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей. Водородные связи.

Сопряжение. Виды сопряжения:  $\pi, \pi$ - и  $p, \pi$ -. Сопряженные системы с открытой цепью: 1,3-диены, полиены, аллильные ионы и аллильный радикал. Сопряженные системы с замкнутой цепью. Ароматичность. Правило ароматичности Хюккеля. Ароматичность бензоидных и небензоидных соединений. Энергия сопряжения. Термодинамическая стабильность

биологически важных молекул с открытыми и замкнутыми сопряженными системами. Пиррольный и пиридиновый атомы азота,  $\pi$ -избыточные и  $\pi$ -недостаточные ароматические системы. Делокализация электронов как один из важных факторов повышения устойчивости молекул и ионов, ее широкая распространенность в биологически важных молекулах (порфин, гем, хлорофилл, гемоглобин и др.).

Взаимное влияние атомов в молекуле: индуктивный и мезомерный электронные эффекты заместителей. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Распределение электронной плотности в молекуле. Реакционные центры.

#### **1.4. Реакционная способность углеводов**

Понятие о механизме реакции. Субстрат, реагент, реакционный центр. Классификация органических реакций по результату (замещения, присоединения, элиминирования, перегруппировки, окислительно-восстановительные, солеобразования). Реакции радикальные, ионные, согласованные. Типы реагентов: радикальные, электрофильные, нуклеофильные, кислотные, основные. Гомолитический разрыв ковалентной связи и понятие о свободных радикалах и цепных реакциях. Гетеролитический разрыв ковалентной связи; карбокатионы и карбоанионы. Электронное и пространственное строение частиц, образующихся при гомолизе и гетеролизе; факторы, обуславливающие их относительную устойчивость.

Реакционная способность насыщенных углеводов. Реакции радикального замещения. Механизм реакции радикального замещения. Региоселективность.

Реакции электрофильного присоединения в ряду алкенов. Механизм реакции гидратации, кислотный катализ. Влияние статических и динамических факторов на региоселективность реакций присоединения. Правило Марковникова. Особенности электрофильного присоединения к сопряженным системам: гидратация  $\alpha$ ,  $\beta$ -ненасыщенных карбоновых кислот.

Реакции электрофильного замещения у ароматических соединений. Механизм реакций галогенирования, нитрования и алкилирования ароматических соединений.  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексы, роль катализаторов в образовании электрофильной частицы. Влияние заместителей в ароматическом ядре на реакционную способность в реакциях электрофильного замещения. Ориентирующее влияние заместителей. Реакции алкилирования и галогенирования *in vivo*.

#### **1.5. Реакционная способность спиртов, фенолов, тиолов, аминов. Кислотно-основные свойства органических соединений**

Реакционные центры в молекулах спиртов, фенолов, тиолов, аминов. Кислотность и основность в соответствии с теориями Бренстеда и Льюиса. Количественная и качественная характеристика кислотных и основных свойств органических соединений. Общие закономерности в изменении кислотных или основных свойств во взаимосвязи с природой атомов в кислотном или основном центре, электронными эффектами заместителей при этих центрах и сольватационными эффектами.

Общий механизм реакции нуклеофильного замещения у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода. Моно- и бимолекулярные реакции. Стереохимия реакций нуклеофильного замещения. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы в спиртах. Кислотный катализ. Реакции алкилирования спиртов, аминов, тиолов. Алкилирование *in vivo*. Конкурентные моно- и бимолекулярные реакции элиминирования у спиртов. Биологически важные реакции дегидратации гидроксисодержащих соединений.

Реакции окисления спиртов, тиолов, фенолов. Биологическое окисление с участием кофермента никотинамидадениндинуклеотида (НАД<sup>+</sup>). Перенос гидрид-иона в системе НАД<sup>+</sup> – НАДН. Соединения, содержащие тиольную группу, фенольный гидроксил, как антиоксиданты.

### **1.6. Реакционная способность альдегидов и кетонов**

Реакционные центры альдегидов, кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения. Присоединение воды, спиртов, аминов. Реакции альдольного присоединения. Реакции окисления и восстановления карбонильных соединений *in vitro* и *in vivo*.

### **1.7. Реакционная способность карбоновых кислот и их функциональных производных**

Реакционные центры в молекулах карбоновых кислот. Кислотные свойства одно-, двухосновных, предельных, непредельных, ароматических карбоновых кислот. Общий механизм реакции нуклеофильного замещения у  $sp^2$ -гибридизованного атома углерода карбоновых кислот и их функциональных производных. Реакции образования и гидролиза функциональных производных карбоновых кислот: ангидридов, галогенангидридов, сложных эфиров, амидов. Ацилирующая способность функциональных производных карбоновых кислот. Сравнительная характеристика ацилирующей способности сложных эфиров и сложных тиоэфиров карбоновых кислот; их биологическое значение. Ацетилкофермент А. Биологически важные реакции ацилирования с участием ацилфосфатов. Понятие о реакциях фосфорилирования.

## **2. Биологически важные гетерофункциональные соединения**

### **2.1. Поли- и гетерофункциональные соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности и лежащие в основе важнейших групп лекарственных средств**

Классификация поли- и гетерофункциональных соединений, кислотно-основные свойства.

Аминоспирты: 2-аминоэтанол, холин. Образование холина из L-серина. Ацетилхолин. Катехоламины: дофамин, норадреналин, адреналин.

Гидроксикислоты: молочная, яблочная, винная, лимонная. Реакции циклизации; влияние различных факторов на процесс образования циклов. Лактоны. Лактамы. Гидролиз лактонов и лактамов. Реакции элиминирования  $\beta$ -гидрокси- и  $\beta$ -аминокислот. Лимонная кислота. Использование цитрата для консервирования донорской крови.

Оксокислоты: пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная,  $\alpha$ -кетоглутаровая. Реакции декарбоксилирования  $\beta$ -кетомасляной кислоты и

окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты. Кето-енольная таутомерия оксокислот.

$\beta$ -Гидроксимасляная,  $\beta$ -кетомасляная кислота, ацетон – представители кетоновых тел, их биологическое и диагностическое значение.

Салициловая кислота и ее производные: ацетилсалициловая кислота, метилсалицилат, фенилсалицилат.

n-Аминобензойная кислота и ее производные, обладающие анестезирующим действием: анестезин, новокаин. n-Аминобензойная кислота как структурный компонент фолиевой кислоты. Современные анестезирующие средства.

Сульфаниловая кислота и ее амид. Сульфаниламидные лекарственные средства. Понятие об антиметаболитах.

## **2.2. Биологически активные гетероциклические соединения.**

### **Алкалоиды**

Гетероциклы с одним гетероатомом: пиррол, тиофен, фуран, индол, пиридин, хинолин. Гетероциклы с несколькими гетероатомами: пиразол, имидазол, пиримидин, пурин. Барбитуровая кислота и ее производные, таутомерия барбитуровой кислоты и ее производных.

Мочевая кислота, ее таутомерные формы. Соли мочевой кислоты.

## **3. Биополимеры и их структурные компоненты. Низкомолекулярные биорегуляторы**

### **3.1. Омыляемые липиды**

Классификация, биологическое значение липидов. Нейтральные жиры. Понятие о строении восков. Основные природные высшие жирные кислоты, входящие в состав липидов: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Особенности ненасыщенных высших жирных кислот,  $\omega$ -номенклатура. Роль свободных жирных кислот в энергообеспечении и терморегуляции.

Фосфолипиды. Фосфатидилэтаноламины и фосфатидилсерины, фосфатидилхолины (лецитины), фосфатидилинозитолы – структурные компоненты клеточных мембран.

Переокисление фрагментов ненасыщенных жирных кислот в клеточных мембранах, его механизм и биологическая роль. Роль переокисления липидов мембран в реализации повреждающего действия факторов окружающей среды. Понятие о системах антиоксидантной защиты.

### **3.2. Углеводы**

Классификация моносахаридов: альдозы, кетозы; триозы, тетрозы, пентозы, гексозы. Стереоизомерия моносахаридов. D- и L-стереохимические ряды. Открытые и циклические формы. Фуранозы и пиранозы;  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Формулы Фишера и Хеурса. Цикло-оксо-таутомерия. Мутаротация. Конформации пиранозных форм моносахаридов. Строение наиболее важных представителей пентоз (D-рибоза, 2-дезоксид-рибоза, D-ксилоза); гексоз (D-глюкоза, D-манноза, D-галактоза, D-фруктоза).

Химические свойства моносахаридов. Нуклеофильное замещение у аномального центра в циклических формах моносахаридов. O- и N-гликозиды.

Гидролиз гликозидов. Биологически важные реакции фосфорилирования моносахаридов. Восстановительные свойства альдоз. Окисление моносахаридов: гликоновые, гликаровые, гликуроновые кислоты. Восстановление моносахаридов в глициты (ксилит, сорбит, манит), их использование в медицине.

Биологическое значение моносахаридов и их производных.

Общая характеристика и классификация полисахаридов. Олигосахариды. Дисахариды: мальтоза, лактоза, лактулоза, сахароза, целлобиоза. Строение, цикло-оксо-таутомерия. Восстановительные свойства. Гидролиз. Роль олигосахаридов группы лактозы в формировании непатогенной микрофлоры в кишечнике, необходимой для нормального пищеварения.

Полисахариды. Гомо- и гетерополисахариды. Гомополисахариды: крахмал, (амилоза, амилопектин), гликоген, декстраны, целлюлоза. Первичная структура, гидролиз. Пектины (полигалактуроновая кислота). Плазмозамещающие растворы на основе декстрана и крахмала.

Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты. Первичная структура гетерополисахаридов. Понятие о смешанных биополимерах: протеогликаны, гликопротеины, гликолипиды.

### **3.3. Аминокислоты. Пептиды и белки**

Аминокислоты, входящие в состав белков. Классификация протеиногенных аминокислот с учетом различных признаков: по кислотно-основным свойствам, по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей (алифатические, ароматические, гетероциклические; содержащие гидроксильную аминогруппу, карбоксильную или амидную группу, серосодержащие); по характеру радикалов (гидрофильные и гидрофобные). Строение, номенклатура, стереоизомерия аминокислот. Кислотно-основные свойства аминокислот. Незаменимые аминокислоты.

Методы получения  $\alpha$ -аминокислот: гидролиз белков, синтез из  $\alpha$ -галогенпроизводных карбоновых кислот. Реакции восстановительного аминирования и реакции переаминирования.

Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот как гетерофункциональных соединений. Образование внутрикомплексных солей. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, дезаминирования, образования иминов. Качественные реакции  $\alpha$ -аминокислот.

Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот. Декарбоксилирование  $\alpha$ -аминокислот – путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов (этаноламин, гистамин, триптамин, серотонин, дофамин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота), их биологическое значение. Понятие о нейромедиаторах.

Пептиды. Электронное и пространственное строение пептидной связи. Гидролиз пептидов. Отдельные представители пептидов: аспартам, глутатион, нейропептиды, инсулин.

Установление первичной структуры пептидов. Понятие о стратегии искусственного синтеза пептидов.

Первичная структура белков. Понятие о вторичной, третичной (домены) и четвертичной структурах; механизм их образования; фолдинг. Гемоглобин, гем. Понятие о сложных белках.

### **3.4. Нуклеиновые кислоты**

Нуклеиновые основания: пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (аденин, гуанин). Ароматические свойства. Лактим-лактаманная таутомерия. Реакции дезаминирования.

Нуклеозиды. Нуклеотиды. Строение мононуклеотидов, входящих в состав нуклеиновых кислот. Номенклатура нуклеотидов. Гидролиз нуклеотидов.

Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Рибонуклеиновые (РНК) и дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК). Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот.

Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры. Комплементарность нуклеиновых оснований. Водородные связи в комплементарных парах нуклеиновых оснований.

Нуклеозидмоно- и полифосфаты. Аденозинмонофосфат (АМФ), аденозиндифосфат (АДФ), аденозинтрифосфат (АТФ). Роль АТФ как аккумулятора и переносчика энергии в клетке. Макроэргическая связь. Нуклеозидциклофосфаты (цАМФ и цГМФ) как вторичные посредники в регуляции метаболизма клетки. Понятие о коферментах. Строение НАД<sup>+</sup> и его фосфата НАДФ<sup>+</sup>. Система НАД<sup>+</sup> – НАДН; гидридный перенос как одна из стадий биологических реакций окисления – восстановления с участием этой системы.

### **3.5. Низкомолекулярные биорегуляторы**

Понятие о биологически активных соединениях. Значение пространственной структуры и физико-химических свойств биорегуляторов в их взаимодействии с рецепторами и реализации действия на молекулярном уровне.

Стероиды. Гонан (стеран, циклопентанпергидрофенантрен), стереохимическое строение 5 $\alpha$ - и 5 $\beta$ -стеранового скелета. Физические свойства стероидов. Родоначальные структуры стероидов: эстран, андростан, прегнан, холан, холестеран.

Стероидные гормоны. Эстрогены, андрогены, гестагены, кортикостероиды. Строение, биологическая роль стероидных гормонов.

Желчные кислоты: холевая, гликохолевая, таурохолевая; реакции взаимодействия с таурином и глицином. Биологическая роль желчных кислот.

Холестерин – представитель стеринов, его конформационное строение. Свойства, роль в обмене и структуре мембран, в развитии сердечно-сосудистой патологии. 7-Дегидрохолестерин, превращение в витамин Д<sub>3</sub>.

Эргостерин, превращение его в эргокальциферол. Роль витаминов группы Д в регуляции кальций-фосфорного обмена.

Алкалоиды. Классификация алкалоидов по видам содержащих их растений и химической структуре входящих гетероциклов. Алкалоиды: яды и

лекарственные средства. Строение и действие на организм человека никотина, хинина, папаверина, морфина, атропина. Метилированные производные ксантина (теобромин, теofilлин, кофеин) и их применение в медицине.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Литература

#### Основная:

1. Биоорганическая химия : учеб. пособие / О. Н. Ринейская [и др.]. – Минск : Новое знание, 2022. – 280 с.
2. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 416 с.

#### Дополнительная:

3. Биоорганическая химия : практикум / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, БГМУ ; О. Н. Ринейская [и др.]. – 2-е изд. – Минск : БГМУ, 2020. – 135 с.
4. Биоорганическая химия : рук. к практ. занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 176 с.
5. Биоорганическая химия : учебник / И. В. Романовский [и др.] ; под общ. ред. И. В. Романовского. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2015. – 504 с.
6. Задачи с алгоритмами решений по биоорганической химии : учеб.-метод. пособие / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, БГМУ ; О. Н. Ринейская [и др.]. – 2-е изд. – Минск : БГМУ, 2021. – 112, [2] с.
7. Павловский, Н. Д. Биоорганическая химия : курс лекций / Н. Д. Павловский, В. К. Гуща. – Гродно : ГрГМУ, 2018. – 174 с.

### Примерный перечень результатов обучения

В результате изучения учебной дисциплины «Биоорганическая химия» студент должен

#### **знать:**

классификацию органических соединений;  
 общие закономерности реакционной способности органических соединений;  
 биологически важные гетерофункциональные и гетероциклические соединения;

химические свойства и биологическую значимость основных классов органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности;  
 структурные компоненты биополимеров;

#### **уметь:**

классифицировать органические соединения по строению углеродного скелета и по природе функциональных групп;  
 описывать основные механизмы химических превращений и особенности пространственного строения биоактивных соединений;  
 анализировать кислотно-основные свойства органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности;

выявлять взаимосвязь между строением биологически важных молекул и их биологическими свойствами;

анализировать и оформлять результаты эксперимента;

**владеть:**

методами определения основных функциональных групп органических соединений;

основными приемами описания структуры молекул органических соединений;

приемами безопасной работы в химической лаборатории;

методиками проведения химического эксперимента.

### **Примерный перечень практических навыков, формируемых при изучении учебной дисциплины**

1. Составление структурных формул и названий представителей биологически важных веществ и лекарственных средств с использованием химической номенклатуры.

2. Определение функциональных групп, реакционных центров, гидрофильных и гидрофобных участков в молекулах органических соединений для дальнейшего прогнозирования их реакционной способности.

3. Качественная оценка кислотно-основных свойств органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности, лекарственных средств, а также средств, потенциально опасных для организма человека.

4. Владение правилами техники безопасности в химической лаборатории: обращения с химической посудой, оборудованием, химическими реагентами.

5. Подбор химической посуды, реагентов и оборудования химической лаборатории для проведения химического эксперимента с соблюдением правил техники безопасности.

6. Проведение качественных реакций на важнейшие функциональные группы органических соединений.

7. Выполнение запланированного химического эксперимента с последующим анализом и оформлением полученных результатов.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

- Заведующий кафедрой общей и биоорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент \_\_\_\_\_ Е.Г.Тюлькова
- Заведующий кафедрой общей и биоорганической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат химических наук, доцент \_\_\_\_\_ В.В.Болтromeюк
- Доцент кафедры общей и биоорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент \_\_\_\_\_ А.И.Макаренко
- Старший преподаватель кафедры общей и биоорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» \_\_\_\_\_ М.В.Одинцова
- Оформление примерной учебной программы и сопроводительных документов соответствует установленным требованиям
- Начальник отдела учебно-методического обеспечения образовательного процесса учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» \_\_\_\_\_ Е.М.Бутенкова