

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Самарский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра общей, бионеорганической и биоорганической химии

СОГЛАСОВАНО  
Проректор по учебно-  
методической работе и связям  
с общественностью  
профессор Т.А. Федорина

« 21 » 03 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель ЦКМС  
первый проректор-проректор  
по учебно-воспитательной  
и социальной работе  
профессор Ю.В. Щукин



« 22 » 03 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

(Название дисциплины)

**Б.1.В.2**

(Шифр дисциплины)

Рекомендуется для направления подготовки

**ПЕДИАТРИЯ 31.05.02**

Уровень высшего образования *Специалитет*

Квалификация (степень) выпускника *Врач-педиатр общей практики*

**Факультет педиатрический**

**Форма обучения очная**

СОГЛАСОВАНО  
Декан  
педиатрического  
факультета  
профессор И.В. Макаров

« 21 » 09 2016 г.

СОГЛАСОВАНО  
Председатель методической  
комиссии по специальности  
«Педиатрия»  
профессор Е.С. Гасилина

« 21 » 09 2016 г.

Программа рассмотрена и  
одобрена на заседании кафедры  
(протокол №1, « 25 » 08 2016г.)  
Заведующий кафедрой общей,  
бионеорганической и биоорга-  
нической химии,  
профессор Н.П. Аввакумова

« 25 » 08 2016 г.

Самара 2016

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки специальности Педиатрия - 31.05.02

Квалификация (степень) выпускника «Врач-педиатр общей практики» утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 17 августа 2015 г.

**Составители рабочей программы:**

**Аввакумова Н.П.** – профессор, д.б.н., зав.кафедрой общей, бионеорганической и биоорганической химии СамГМУ;

**Катунина Е.Е.** - к.б.н., доцент кафедры общей, бионеорганической и биоорганической химии СамГМУ.

**Кривопалова М.А.** к.х.н., доцент кафедры общей, бионеорганической и биоорганической химии СамГМУ.

**Рецензенты:**

**И.А. Платонов**, д.т. н., профессор, зав.кафедрой химии ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»;

**Д.В. Пушкин**, д.х.н. профессор кафедры неорганической химии ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».

### 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

- **Цель** освоения учебной дисциплины – формирование системных знаний об основных физико-химических закономерностях протекания биохимических процессах (в норме и при патологии) на молекулярном и клеточном уровнях; о строении и механизмах функционирования биологически активных соединений; формирование естественнонаучного мышления специалистов медицинского профиля.

#### **Задачи:**

- приобретение студентами знаний о строении и химических свойствах важнейших классов биоорганических соединений,
- обучение студентов умению выделять в молекуле органического вещества реакционные центры (кислотный, основной, электрофильный, нуклеофильный) и прогнозировать реакционную способность соединений;
- обучение умению соотносить реакционную способность органических соединений с биологическими функциями в физиологических условиях;
- обучению студентов химическим методам проведения качественных реакций на обнаружение ненасыщенных фрагментов, наличие диольного фрагмента, ряда аминокислот, входящих в состав белков;
- формирование навыков анализа и обработки результатов химического эксперимента;
- формирование навыков ведения документации, конспектирование и ведение (оформление) протоколов, лабораторного журнала.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:**

*способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);*

*готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач (ОПК-7А).*

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### **Знать:**

- строение и химические свойства основных классов биологически важных органических соединений;
- механизмы метаболических превращений биологически активных веществ;
- классы поли- и гетерофункциональных соединений и их взаимопревращения в биохимических реакциях;
- классы гетероциклических соединений как основа для создания лекарственных средств;
- особенности кислотно-основных свойств аминокислот и белков и их роль в поддержании кислотно-основного гомеостаза;
- структурную организацию важнейших биополимеров: углеводов, белков, липидов, нуклеиновых кислот

#### **Уметь:**

- пользоваться физическим и химическим оборудованием;
- классифицировать химические соединения, основываясь на их структурных формулах;
- прогнозировать результаты физико-химических процессов, протекающих в живых системах, опираясь на теоретические положения;
- научно обосновывать наблюдаемые явления;
- производить физико-химические измерения, характеризующие те или иные свойства растворов, смесей и других объектов, моделирующих внутренние среды организма;



#### 4. Содержание дисциплины:

##### 4.1. Содержание разделов дисциплины

№ раз-дела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Коды компетенций
1	2	3	4
1.	Биологически активные органические соединения: строение, свойства, метаболические превращения.	<p>Реакции электрофильного присоединения (<math>A_E</math>): гетероли- тические реакции с участием <math>\pi</math> - связи. Механизм реакций гидратации. Кислотный катализ. Влияние статического и динамического факторов на региоселективность реакций, правило Марковникова. Особенности электрофильного при- соединения к сопряженным системам (1,3-диенам, <math>\alpha,\beta</math>- ненасыщенным карбоновым кислотам).</p> <p>Реакции электрофильного замещения (<math>S_E</math>): гетеролитиче- ские реакции с участием ароматической системы. Механизм реакций галогенирования, нитрования и алкилирования карбо – и гетеро ароматических соединений. Ориентирую- щее влияние заместителей и гетеро-атомов. Влияние заме- стителей в реакциях электрофильного замещения. образо- вание иодтиронины.</p> <p>Реакции нуклеофильного замещения у <math>sp^3</math>-гибриди- зованного атома углерода (<math>S_N</math>): галогенопроизводные, спирт- ы. Влияние электронных, пространственных факторов и стабильности уходящих групп на реакционную способность соединений в реакциях нуклеофильного замещения. Стерео- химия реакций нуклеофильного замещения. Реакция гидро- лиза галогенопроизводных. Реакции алкилирования спирт- ов, тиолов, аминов,. биологическая роль.</p> <p>Реакции элиминирования (дегидрогалогенирование, де- гидратация). Наличие <math>CN</math>-кислотного центра - условие ре- акций элиминирования.</p> <p>Реакции нуклеофильного присоединения (<math>A_N</math>) участием <math>\pi</math>-связи углерод-кислород (альдегиды, кетоны) с водой, спиртами, тиолами, аминами. Влияние электронных и про- странственных факторов, роль кислотного катализа. Обра- тимность реакций нуклеофильного присоединения. Гидролиз ацеталей.</p> <p>Реакции окисления и восстановления органических со- единений. Окисление спиртов, тиолов, сульфидов, карбо- нильных соединений, аминов. Реакции восстановления кар- бонильных соединений, дисульфидов, иминов. Механизм действия витамина С в химических реакциях <i>in vivo</i>. Поня- тие о переносе гидрид-иона и химизме действия системы <math>НАД^+ / НАДН</math>.</p> <p>Медико-биологическое значение изучения механиз- мов химических реакций для снижения токсического дей- ствия чужеродных соединений и создания препаратов-</p>	ОК-1, ОПК-7(А)

		<p>антидотов и антиметаболитов.</p> <p>Карбоновые кислоты. Классификация карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы, распределение электронной плотности в карбоксильной группе и карбоксилат-ионе. Влияние строения радикала и заместителей (<math>\pm J</math>, <math>\pm M</math>) на кислотные свойства. Систематическая номенклатура, тривиальные названия. Биологическое значение моно-, дикарбоновых-, оксо-, гидроксикарбоновых кислот</p> <p>Монокарбоновые кислоты гомологического ряда <math>C_nH_{2n}O_2</math>. Физические свойства, изомерия. Химические свойства с участием карбоксильной группы: образование солей, сложных эфиров, амидов, ангидридов.</p> <p>Функциональные производные карбоновых кислот (сложные эфиры, амиды) Сложные тиоэфиры – биоактивные вещества - АцетилКоА, АцилКоА Ацилкофермент А – природный макроэргический ацилирующий реагент. Механизм реакции нуклеофильного замещения у <math>sp^2</math>-гибридизованного атома углерода (этерификация и гидролиз сложных эфиров, амидов). Роль в процессах пищеварения и фагоцитоза. Применение сложных эфиров в качестве одорирующих добавок в пищевой и косметической промышленности.</p> <p>Ароматические и гетероароматические карбоновые кислоты (бензойная, салициловая, никотиновая, изоникотиновая).</p>	
2.	Биологически активные органические соединения – лекарственные препараты, нейромедиаторы.	<p>Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и используемых в качестве лекарственных веществ. Особенности химического поведения поли- и гетерофункциональных соединений: кислотно-основные свойства (амфолиты), циклизация и хелатообразование. Взаимное влияние функциональных групп.</p> <p>Полифункциональные соединения.</p> <p>Многоатомные спирты. Хелатные комплексы. Сложные эфиры многоатомных спиртов с неорганическими кислотами (нитроглицерин, фосфаты глицерина, инозита). Диметакрилатглицефосфорная кислота как компонент пломбирочного материала). Двухатомные фенолы: гидрохинон, резорцин, пирокатехин. Фенолы как антиоксиданты.</p> <p>Полиамины: этилендиамин, путресцин, кадаверин.</p> <p>Двухосновные карбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фумаровая. Превращение янтарной кислоты в фумаровую как пример биологической реакции дегидрирования.</p> <p><i>Гетерофункциональные соединения.</i></p> <p>Аминоспирты: аминоксаноламин (коламин), холин, ацетилхолин. Аминофенолы: дофамин, норадреналин, адреналин. Понятие о биологической роли этих соединений и их производных.</p> <p>Биоорганические соединения – метаболиты и регуляторы метаболизма. Ацетилхолин, схема синтеза из серина,</p>	ОК-1, ОПК-7(А)

		<p>сравнение кислотных свойств с аминоэтанолом, влияние триметиламмонийной группы на скорость гидролиза ацетилхолина и проявление биологической активности.</p> <p>Катехоламины – дофамин, норадреналин, адреналин, биологическое значение. Сравнение основных свойств катехоламинов, качественные реакции обнаружения, способность к окислению – антиоксидантные свойства.</p> <p>Гидрокси- и аминокислоты. Влияние различных факторов на процесс образования циклов (стерический, энтропийный). Лактоны. Лактамы. Представление о β- лактамных антибиотиках. Одноосновные (молочная, β- и γ-гидроксимасляные), двухосновные (яблочная, винные), трехосновные (лимонная) гидроксикислоты.</p> <p>Производные глутамата – ГАМК и ГОМК, биологическое значение. Схема образования из глутамата. Биполярное строение ГАМК.</p> <p>Оксокислоты – альдегидо- и кетоникислоты: глиоксиловая, пировиноградная (фосфо-енолпируват), ацетоуксусная, щавелевоуксусная, α-оксоглутаровая. Химические свойства: реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе, восстановления, декарбоксилирования, кетонольная таутомерия. Реакции декарбоксилирования β-кетоникислот и окислительного декарбоксилирования кетоникислот. Кето-енольная таутомерия.</p> <p>Состав «кетонных тел». Качественные реакции обнаружения «кетонных тел». Качественные реакции обнаружения молочной, пировиноградной, фумаровой кислот.</p> <p>Гетерофункциональные производные бензольного ряда как лекарственные средства (салициловая, аминобензойная, сульфаниловая кислоты и их производные).</p> <p>Биологически важные соединения ароматического ряда. Салициловая кислота и ее производные (метилсалицилат, салициламид, ацетилсалицилат, фенилсалицилат).</p> <p>Производные 4-аминобензойной кислоты (анестезин, новокаин), новые анестезирующие препараты.</p> <p>Сульфаниламидные препараты (стрептоцид, сульфидин, норсульфазол, сульфадиметоксин, альбуцид), механизм действия.</p> <p>Производные 4-аминофенола (фенацетин, парацетамол).</p> <p>Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и используемых в качестве лекарственных веществ. Особенности химического поведения поли- и гетерофункциональных соединений: кислотные свойства (амфолиты), циклизация и хелатообразование. Взаимное влияние функциональных групп.</p> <p>Гетероциклические ароматические соединения. Влияние таутомерной формы на проявление ароматических свойств.</p> <p>Медико-биологическое значение ароматических гетероциклических систем.</p> <p>Производные пиридина (5-фторурацил, 5-метил-</p>	
--	--	---	--

		урацил), пурина (6-меркаптопурин). Тетрапиррольные соединения (порфин, гем и др.). Производные пиридина, изоникотиновой кислоты, пиразола, имидазола, пиримидина, пурина, тиазола. Кето-енольная и лактим-лактаманная таутомерия в гидроксизотосодержащих гетероциклических соединениях. Барбитуровая кислота и её производные. Гидроксипурины (гипоксантин, ксантин, мочевиная кислота). Фолиевая кислота, биотин, тиамин. Понятие о строении и биологической роли. Представление об алкалоидах и антибиотиках.	
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.	<p>Пептиды и белки. Природные аминокислоты. Номенклатура. Стереоизомерия. Особенности строения аминокислот, образующих белки организма человека. Классификация с учетом химических признаков: по строению радикала, по кислотно-основным свойствам.</p> <p>Кислотно-основные свойства аминокислот, биполярная структура, изоэлектрическая точка.</p> <p>Химические свойства <math>\alpha</math>-аминокислот как гетерофункциональных соединений. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, образование иминов, реакции комплексообразования.</p> <p>Биологически важные реакции <math>\alpha</math>-аминокислот. Реакции дезаминирования (неокислительного и окислительного), декарбоксилирования - путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов (коламин, гистамин, триптамин, серотонин, кадаверин, <math>\beta</math>-аланин, <math>\gamma</math>-аминомасляная кислота). Роль гидроксипролина в стабилизации спирали коллагена дентина и эмали.</p> <p>Пептиды. Кислотный и щелочной гидролиз пептидов. Установление аминокислотного состава с помощью современных физико-химических методов. Понятие о белках и пептидах. Виды пространственной организации белков: первичная, вторичная и третичная структура. Кальций-связывающие белки дентина и эмали. Изменение аминокислотного состава коллагена дентина при эволюции зубного зачатка в постоянный зуб.</p> <p>Углеводы. Классификация. Моносахариды: классификация, стехиометрическое строение, цикло-оксотаутомерия. Биологическая роль.</p> <p>Классификация дисахаридов: редуцирующие (мальтоза, целлобиоза, лактоза) и нередуцирующие (сахароза, трегалоза). Строение, химические свойства (гидролиз, окисление редуцирующих дисахаридов). Биологические отличия <math>\alpha</math> и <math>\beta</math>-лактозы.</p> <p>Гомополисахариды: (амилоза, амилопектин, гликоген, декстран, целлюлоза). Пектины. Монокарбоксилцеллюлоза, полиакрилцеллюлоза – основа гемостатических перевязочных материалов.</p> <p>Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты. Гепарин. Понятие о смешанных биополимерах (гликопротеины, гликолипиды и др.). Влияние мукопо-</p>	ОК-1, ОПК-7(А)

	<p>лисахаридов на стабилизацию структуры коллагена дентина и эмали.</p> <p>Липиды – компоненты тканей организма. Классификация липидов. Принципы классификации. Высшие карбоновые кислоты, классификация. Физические свойства и строение важнейших представителей. Значение пространственного строения для проявления биологических свойств. Химические свойства: образование солей, реакция этерификации. Активация высших карбоновых кислот в клетке, образование тиоэфиров (ацилКоА), биологическое значение. Заменяемые и незаменимые высшие жирные кислоты, содержание в организме, витамин F. Фосфатидовая кислота, строение, значение в синтезе триглицеридов и фосфолипидов. Фосфолипиды. Фосфатидилсерины и фосфатидилколонины (кефалины), фосфатидилхолины (лецитины) – структурные компоненты клеточных мембран, фосфатидилинозитолдифосфат (ФИДФ). Пространственное строение, реакции гидролиза.</p> <p>Стероиды. Стеран, конформационное строение 5<math>\alpha</math>- и 5<math>\beta</math>-стеранового скелета Холестерин, стероидные гормоны, желчные кислоты.</p> <p>Нуклеиновые кислоты. Нуклеозидмоно- и полифосфаты. АМФ, АДФ, АТФ. Нуклеозидциклофосфаты (ЦАМФ). Их роль как макроэргических соединений и внутриклеточных биорегуляторов.</p>	
--	---	--

#### 4.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Сем	СРС	Всего часов
1.	Теоретические основы реакционной способности органических соединений.	4	12			8	24
2.	Биологически активные низкомолекулярные органические вещества (строение, свойства, участие в функционирование живых систем).	4	12			8	24
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические вещества (строение, свойства, участие в функционирование живых систем).	6	10			8	24
	ВСЕГО:	14	34			24	72

#### 5. Тематический план лекций

№ раздела	Раздел дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1.	Биологически активные органические соединения:	Лекция 1. Реакционная способность органических молекул. Особенности протекания ме-	2

	строение, свойства, метаболические превращения.	таблических превращений по электрофильному механизму.	
		Лекция 2. Реакционная способность органических молекул. Особенности протекания метаболических превращений по нуклеофильному механизму.	2
2.	Биологически активные органические соединения – лекарственные препараты, нейромедиаторы.	Лекция 3. Поли-, гетерофункциональность, как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности.	2
		Лекция 4. Биологически важные гетероциклические соединения как основа лекарственных препаратов.	2
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.	Лекция 5. $\alpha$ -аминокислоты как структурные компоненты пептидов и белков.	2
		Лекция 6. Углеводы: классификация, строение, свойства.	2
		Лекция 7. Липиды: классификация, свойства, участие в функционировании живых систем. Структурная организация нуклеиновых кислот.	2
Итого:			14

## 6. Тематический план практических занятий

№ раздела	Раздел дисциплины	Тематика практических занятий	Формы контроля		Трудоем. (час.)
			текущего	рубежного	
1.	Биологически активные органические соединения: строение, свойства, метаболические превращения.	Практическое занятие 1. Реакционная способность органических соединений. Особенности протекания метаболических реакций по электрофильному механизму.	Тестирование		3
		Практическое занятие 2. Реакционная способность органических соединений. Механизм протекания метаболических реакций по нуклеофильному механизму.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 3. Кислотно-основные свойства основных классов биоорганических соединений. Зависимость кислотности от различных факторов.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 4. Особенности химического поведения полифункциональных соединений. Исследование химических свойств многоатомных спиртов, полифенолов, многоосновных карбоновых кислот.	Тестирование.		3
2.	Биологически активные органические	Практическое занятие 5. Особенности химического поведения гетерофункциональных соединений: аминокислоты, аминокислоты. Ос-	Тесты, ситуационные за-	<b>Рубежное тестиро-</b>	3

	соединения – лекарственные препараты, нейромедиаторы.	новные типы метаболических превращений оксо- и гидроксикислот.	дачи.	<b>вание.</b>	
		Практическое занятие 6. Классификация, кислотно-основные свойства и прототропная изомерия гетероциклических соединений.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 7. Основные метаболические превращения $\alpha$ -аминокислот. Пептиды, белки.	Тесты, ситуационные задачи		3
		Практическое занятие 8. Углеводы. Стереометрия. Изучение химических свойств моносахаридов.	Тесты, ситуационные задачи.		3
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.	Практическое занятие 9. Углеводы. Изучение свойств редуцирующих и нередуцирующих дисахаридов. Гомополисахариды.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 10. Омыляемые липиды: химические свойства, показатели качества. Структура и биологическая роль низкомолекулярных биорегуляторов.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 11. Строение нуклеиновых кислот как гетерополимеров.	Тестирование.	<b>Проверка реферата. Итоговое тестирование.</b>	4
<b>Итого:</b>					<b>34</b>

## 7. Лабораторный практикум – не предусмотрен

## 8. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося

### 8.1. Содержание самостоятельной работы

№ раздела	Раздел дисциплины	Наименование работ	Трудоемкость (час)
1.	Биологически активные органические соединения: строение, свойства, метаболические превращения.	1. Работа с учебной литературой. 2. Работа с лекционным материалом. 3. Выполнение ситуационных задач. 4. Подготовка рефератов 1-4.	8
2.	Биологически активные органические соединения – лекарственные препараты, нейромедиаторы.	1. Работа с лекционным материалом. 2. Выполнение домашнего задания к занятию.	8

		3.Выполнение ситуационных задач. 4. Подготовка рефератов 5-6.	
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.	1.Работа с лекционным материалом. 2.Выполнение домашнего задания к занятию. 3.Выполнение ситуационных задач. 4. Подготовка рефератов 7-17.	8
Итого:			24

### 8.2. Тематика реферативных работ:

1. Реакции свободно-радикального замещения. Региоселективность.
2. Биологически важные реакции алкилирования.
3. Биологическое значение реакций ацилирования. Ацилфосфаты и ацилкофермент А - природные ацилирующие реагенты. Пути образования углерод-углеродной связи с участием кофермента А.
4. Одноэлектронный перенос в реакциях окисления - восстановления. Химическая основа действия с темы ФАД -ФАДН<sub>2</sub>.
5. Угольная кислота и её производные - уретаны, уреиды кислот, мочевины. Гуанидин. Карбамоилфосфат.
6. Строение и свойства лактамных антибиотиков.
7. Строение, свойства и биологическая роль биотина и тиамина .
8. Гетерополисахариды. Гепарин.
9. Гетерополисахариды. Гиалуроновая кислота.
10. Гетерополисахариды. Хондроитинсульфаты.
11. Биологически важные смешанные биополимеры-гликопротеины, гликолипиды. Принцип строения.
12. Пути установления аминокислотного состава пептидов.
13. Пути установления первичной структуры пептидов.
14. Лекарственные средства на основе модифицированных нуклеиновых оснований – фторурацил, меркаптопурин.
15. Нуклеозиды -антибиотики.
16. Сложные липиды. Сфинголипиды, церамиды, сфингомиелины.
17. Сложные липиды. Гликолипиды - цереброзиды, ганглиозиды.

### 8.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(В качестве самостоятельного документа «Методические рекомендации для студента» содержатся в УМКД)

## 9. Ресурсное обеспечение:

### 9.1. Основная литература

п/ №	Наименование	Автор (ы)	Год, ме- сто из- дания	Кол-во экземпляров	
				в библио- теке	на кафедре
1	2	3	4	7	8
1.	Биоорганическая химия. Учебник.	Н.А.Тюкавкина, Ю.И. Бауков., С.Э. Зурабян	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011	20	5
2.	Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям.	Под ред. Н.А.Тюкавкиной	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010	500	5

### 9.2. Дополнительная литература

п/ №	Наименование	Автор (ы)	Год, ме- сто из- дания	Кол-во экземпляров	
				в библиоте- ке	на кафедре
1	2	3	4	7	8
1.	Биоорганическая химия. Учебник.	Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И.	М. Дрофа. 2008	982	10
2.	Общая химия. Учебник для медицинских вузов.	В.А. Попков, С.А. Пузаков	М, ГЭОТАР Медиа, 2014 г.	50	7
3.	Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии.	под ред. Н.А. Тюкавкиной	Дрофа, 2009 г.	350	5
4.	Конспект лекций по биоорганической химии. Учебное пособие.	Н.П. Аввакумова, М.А. Кривопалова, И.В. Фомин	Самара: ООО «Волга-Документ», 2012 г.	5	20

### 9.3. Программное обеспечение

- общесистемное и прикладное программное обеспечение, в том числе:

- Портал INFOMINE
- Базы данных MEDLINE, WebMedLit, Molbiol, Национальная электронная библиотека
  - программное обеспечение по дисциплине.
  - сайты учебных центров;
  - сайты Высших учебных медицинских заведений;

### 9.4. Ресурсы информационно-телекоммуникативной сети «Интернет»

*Ресурсы открытого доступа*

1. Chemlib.ru,
2. Chemist.ru,

3. ACD Labs,
4. MSU.Chem.ru.

*Информационно-образовательные ресурсы*

1. Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
3. ЭБС «Консультант студента» [www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru)

*Информационно-справочная система*

[www.chemway.ru/bd\\_chem/structure/index\\_preface.php](http://www.chemway.ru/bd_chem/structure/index_preface.php) - Информационно-справочная система для анализа и решения задач.

**9.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционные занятия

- комплект электронных презентаций,
- лекционная аудитория, оснащенная экраном,
- мультимедийная установка;
- ноутбук,
- микрофон.

Практические занятия:

- аудитории, оснащённые химическими лабораторными столами;
- наборы химической посуды и оборудования;
- реактивы;
- таблицы.

**10. Использование инновационных (активных и интерактивных) методов обучения**

Используемые активные методы обучения при изучении данной дисциплины составляют 12% от объема аудиторных часов.

№ раздела	Наименование раздела	Формы занятий с использованием активных и интерактивных образовательных технологий	Трудоемкость (час.)
1.	Биологически активные органические соединения: строение, свойства, метаболические превращения.	Лекция 1. Реакционная способность органических молекул. Особенности протекания метаболических превращений по электрофильному механизму. Проблемная лекция.	2
2.	Биологически активные органические соединения – лекарственные препараты, нейромедиаторы.	Лекция 3. Поли-, гетерофункциональность, как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности. Проблемная лекция.	2
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.	Лекция 5. $\alpha$ -аминокислоты как структурные компоненты пептидов и белков. Проблемная лекция.	2
			6

**11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации: примеры оценочных средств для промежуточной аттестации, процедуры и критерии оценивания**  
(ФОС в качестве самостоятельного документа представлен в УМКД)

**Процедура проведения промежуточной аттестации**  
зачет поводится в письменной тестовой форме

**Перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Реакции электрофильного присоединения ( $A_E$ ): гетеролитические реакции с участием  $\pi$ -связи.
2. Реакции электрофильного замещения ( $S_E$ ): гетеролитические реакции с участием ароматической системы.
3. Реакции нуклеофильного замещения у  $sp^3$ -гибризованного атома углерода ( $S_N$ ): галогенопроизводные, спирты.
4. Реакции элиминирования (дегидрогалогенирование, дегидратация). Наличие  $CN$ -кислотного центра - условие реакций элиминирования.
5. Реакции нуклеофильного присоединения ( $A_N$ ) участием  $\pi$ -связи углерод-кислород (альдегиды, кетоны) с водой, спиртами, тиолами, аминами. Гидролиз ацеталей.
6. Реакции окисления и восстановления органических соединений. Механизм действия витамина С в химических реакциях *in vivo*. Понятие о переносе гидрид-иона и химизме действия системы  $НАД^+/НАДН$ .
7. Медико-биологическое значение изучения механизмов химических реакций для снижения токсического действия чужеродных соединений и создания препаратов-антидотов и антиметаболитов.
8. Карбоновые кислоты. Классификация карбоновых кислот. Биологическое значение моно-, дикарбоновых-, оксо-, гидроксикарбоновых кислот. Монокарбоновые кислоты гомологического ряда  $C_nH_{2n}O_2$ .
9. Функциональные производные карбоновых кислот (сложные эфиры, амиды) Сложные тиоэфиры – биоактивные вещества - АцетилКоА, АцилКоА Ацилкофермент А – природный макроэргический ацилирующий реагент. Применение сложных эфиров в качестве одорирующих добавок в пищевой и косметической промышленности.
10. Ароматические и гетероароматические карбоновые кислоты (бензойная, салициловая, никотиновая, изоникотиновая).
11. Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и используемых в качестве лекарственных веществ.
12. Многоатомные спирты. Двухатомные фенолы: гидрохинон, резорцин, пирокатехин. Фенолы как антиоксиданты.
13. Полиамины: этилендиамин, путресцин, кадаверин.
14. Двухосновные карбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фумаровая. Превращение янтарной кислоты в фумаровую как пример биологической реакции дегидрирования.
15. Аминоспирты: аминокэтанол (коламин), холин, ацетилхолин. Аминофенолы: дофамин, норадреналин, адреналин. Понятие о биологической роли этих соединений и их производных.
16. Биоорганические соединения – метаболиты и регуляторы метаболизма. Ацетилхолин, схема синтеза из серина, сравнение кислотных свойств с аминокэтанолом, влияние триметиламмонийной группы на скорость гидролиза ацетилхолина и проявление биологической активности. Катехоламины – дофамин, норадреналин, адреналин, биологическое значение.

17. Гидрокси- и аминокислоты. Одноосновные (молочная,  $\beta$ - и  $\gamma$ -гидроксимасляные), двухосновные (яблочная, винные), трехосновные (лимонная) гидроксикислоты. Производные глутамата – ГАМК и ГОМК, биологическое значение. Схема образования из глутамата. Биполярное строение ГАМК.
18. Оксокислоты – альдегидо- и кетонокислоты: глиоксиловая, пировиноградная (фосфоенолпируват), ацетоуксусная, щавелевоуксусная,  $\alpha$ -оксоглутаровая. Состав «кетонных тел». Качественные реакции обнаружения «кетонных тел». Качественные реакции обнаружения молочной, пировиноградной, фумаровой кислот.
19. Гетерофункциональные производные бензольного ряда как лекарственные средства (салициловая, аминолбензойная, сульфаниловая кислоты и их производные). Биологически важные соединения ароматического ряда. Салициловая кислота и ее производные (метилсалицилат, салициламид, ацетилсалицилат, фенолсалицилат). Производные 4-аминобензойной кислоты (анестезин, новокаин), новые анестезирующие препараты. Сульфаниламидные препараты (стрептоцид, сульфидин, норсульфазол, сульфадиметоксин, альбуцид), механизм действия. Производные 4-аминофенола (фенацетин, парацетамол).
20. Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и используемых в качестве лекарственных веществ. Особенности химического поведения поли- и гетерофункциональных соединений: кислотно-основные свойства (амфолиты), циклизация и хелатообразование. Взаимное влияние функциональных групп.
21. Гетероциклические ароматические соединения. Влияние таутомерной формы на проявление ароматических свойств. Медико-биологическое значение ароматических гетероциклических систем.
22. Производные пиримидина (5-фторурацил, 5-метил-урацил), пурина (6-меркаптопурин).
23. Тетрапиррольные соединения (порфин, гем и др.). Производные пиридина, изоникотиновой кислоты, пиразола, имидазола, пиримидина, пурина, тиазола. Кето-енольная и лактим-лактаманная таутомерия в гидроксизотосодержащих гетероциклических соединениях. Барбитуровая кислота и ее производные. Гидроксипурины (гипоксантин, ксантин, мочевиная кислота). Фолиевая кислота, биотин, тиамин. Понятие о строении и биологической роли. Представление об алкалоидах и антибиотиках.
24. Пептиды и белки. Природные аминокислоты. Номенклатура. Стереоизомерия. Особенности строения аминокислот, образующих белки организма человека. Классификация с учетом химических признаков: по строению радикала, по кислотно-основным свойствам.
25. Кислотно-основные свойства аминокислот, биполярная структура, изоэлектрическая точка.
26. Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот как гетерофункциональных соединений. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, образование иминов, реакции комплексообразования.
27. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот. Реакции дезаминирования (неокислительного и окислительного), декарбоксилирования - путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов (коламин, гистамин, триптамин, серотонин, кадаверин,  $\beta$ -аланин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота). Пептиды. Кислотный и щелочной гидролиз пептидов. Установление аминокислотного состава с помощью современных физико-химических методов. Понятие о белках и пептидах.
28. Углеводы. Классификация. Моносахариды: классификация, стехиометрическое строение, цикло-оксоттаутомерия. Биологическая роль. Классификация дисахаридов: редуцирующие (мальтоза, целлобиоза, лактоза) и нередуцирующие (сахароза, трегалоза). Строение, химические свойства (гидролиз, окисление редуцирующих дисахаридов). Биологические отличия  $\alpha$  и  $\beta$ -лактозы.





- а) электрофильного присоединения
- б) электрофильного замещения
- в) нуклеофильного присоединения
- г) нуклеофильного замещения

19. Фруктоза относится к группе:

- а) альдопентоз
- б) кетопентоз
- в) альдогексоз
- г) кетогексоз

20. Воск относится к классу:

- а) простых омыляемых липидов
- б) сложных омыляемых липидов
- в) неомыляемых липидов
- г) жирорастворимых витаминов

21. К нейтральным аминокислотам относится:

- а) лизин
- б) аргинин
- в) валин
- г) глутаминовая кислота

22. Сфингомиелины относятся к классу:

- а) простых омыляемых липидов
- б) сложных омыляемых липидов
- в) неомыляемых липидов
- г) жирорастворимых витаминов

23. К алифатическим аминокислотам относится:

- а) триптофан
- б) пролин
- в) лейцин
- г) аспарагин

24. К липидам относится:

- а) стероидные гормоны
- б) полисахариды
- в) карбоновые кислоты
- г) глицерин

#### Эталон ответа

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
а	б	а	б	а	б	в	в	в	в	а	в
<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
в	в	б	г	а	б	б	а	а	в	а	б

#### Критерии оценивания

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено 60-100 % тестовых заданий;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено менее 60 % тестовых заданий.

#### 12. Методическое обеспечение дисциплины

(В форме отдельных комплектов документов: «Методические рекомендации к лекциям», «Методические рекомендации к практическим занятиям», «Фонд оценочных средств», «Методические рекомендации для студента» представлены в составе УМКД)

#### Примеры оценочных средств рубежного контроля успеваемости

#### Образец билета рубежного тестирования



**II. Составьте схемы реакций взаимодействия между следующими веществами (или осуществите превращение):**

1. Расположите в ряд по уменьшению основности следующие соединения: этанол, этиламин, фенол, п-оксифенол, п-пторфенол. Ответ обоснуйте.

2. Составьте уравнения метаболических превращений глицерина, учитывая, что вначале происходит его фосфорилирование с образованием  $\alpha$ -глицерофосфата, который ферментативно окисляется до фосфоглицеринового альдегида. Дальнейшее окисление последнего приводит к образованию кислоты дегидратация которой завершается образованием енольной формы пировиноградной кислоты.

3. Составьте схему образования имида янтарной кислоты. Определите необходимые условия.

**Эталон ответа**

**Часть 1**

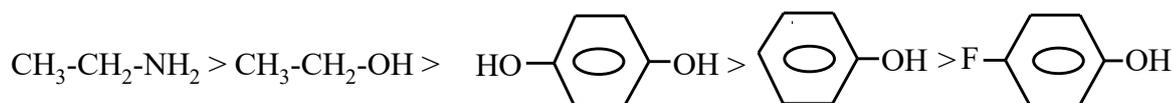
**Тест 0**

1. г 2. б 3. г, 4. в, 5. б, 6. б, 7. в, 8. в, 9. б, 10. г б а в

**Часть 2.**

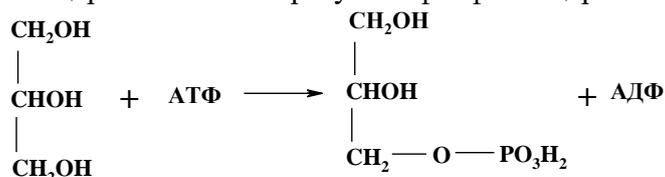
**Задание 1.** Основность связана с наличием и доступностью неподеленной пары электронов гетероатома. Кислород более электроотрицательный элемент, чем азот. Электроны неподеленной пары кислорода прочнее удерживаются ядром и менее доступны для связи с протоном. Поэтому амины более сильные основания, чем кислородосодержащие соединения. Влияние заместителей на основность будет противоположным влиянию на кислотность.

Закключение: Основность уменьшается в ряду:

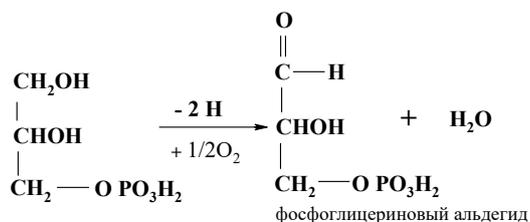


**Задание 2.**

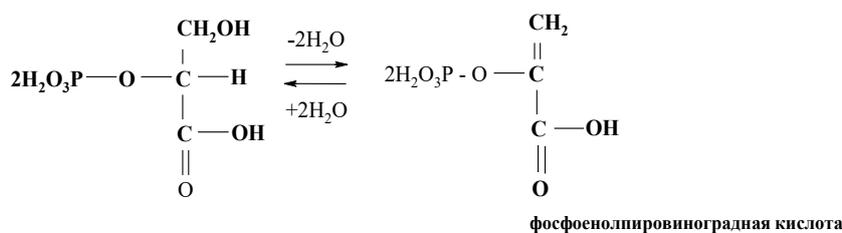
1. При взаимодействии глицерина с АТФ образуется фосфоглицерин:



2. Фосфоглицерин подвергается дегидрированию с образованием фосфоглицеринового альдегида:

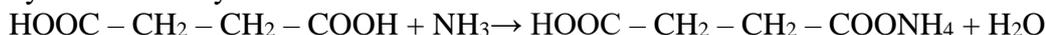


3. Продуктом окисления фосфоглицеринового альдегида является 2-фосфоглицериновая кислота, которая теряет молекулу воды и переходит в енольную форму пировиноградной кислоты:



### Задание 3.

Взаимодействием аммиака с янтарной кислотой в мольном соотношении 1:1 получают кислоту аммонийную соль:



Последующее нагревание раствора приводит к дегидратации и образованию неполного амида янтарной кислоты:



Длительное нагревание способствует внутримолекулярной дегидратации с образованием циклического амида (сукцинамида):



### Критерии оценки

За каждый правильный ответ 1 части начисляется 1 балл,

За каждый правильный ответ 2 части начисляется 3 балла.

Максимальная балл за рубежный контроль – 19 балла.

**отлично 19 -176**

**хорошо –16 -136**

**удовлетворительно 12 – 106**

**неудовлетворительно – менее 10 б**

### Примеры оценочных средств для текущего контроля успеваемости

#### Пример билета контроля исходного уровня знаний к практическому занятию № 1:

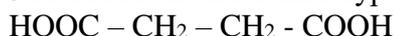
1. Определите тип органического соединения:  $\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3$

- |                       |                         |    |
|-----------------------|-------------------------|----|
| а) насыщенное         | ОН                      | ОН |
| б) ненасыщенное       | д) гетерофункциональное |    |
| в) монофункциональное | е) арен                 |    |
| г) полифункциональное | ж) гетероциклическое    |    |

2. Данное соединение  $\text{CH}_3-\text{C}-\text{COOH}$  является:

- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| а) спиртом             | д) оксокислотой     |
| б) альдегидом          | е) гидроксикислотой |
| в) карбоновой кислотой | ж) аминокислотой    |
| г) кетоном             | з) аминокислотой    |

3. Назовите по номенклатуре ИЮПАК следующее соединение:



- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| а) бутандиовая кислота | в) бутандиовая кислота |
| б) пентановая кислота  | г) бутановая кислота   |

4. Укажите структурную формулу: пропантиол-1

- |   |  |   |
|---|--|---|
| а) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ | в) $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$ | г) $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ |
| б) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{SH}$ | SH                                     | SH  |

5. Из перечисленных лактон может образовать кислота:

а) 2-гидроксипропановая  
в) 4-гидроксипропановая

б) 3-гидроксипропановая  
г) янтарная

#### Эталон ответа

1	2	3	4	5
а	б	а	б	а

#### Критерии оценивания:

оценка «отлично» выставляется студенту, если выполнено 90-100% тестовых заданий;  
оценка «хорошо» выставляется, если выполнено 80-90 % тестовых заданий;  
оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнено 60-80 % тестовых заданий;  
оценка «неудовлетворительно» выставляется, если выполнено менее 60 % тестовых заданий.

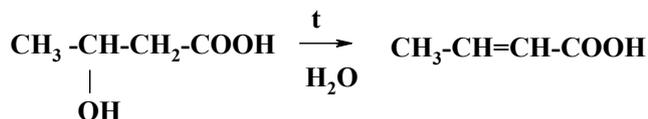
#### Пример ситуационной задачи к практическому занятию № 5

Какие из предложенных гетерофункциональных карбоновых кислот – 2-гидроксипропановая, 3-гидроксипропановая, 4-гидроксипропановая - способны при нагревании образовывать лактоны?

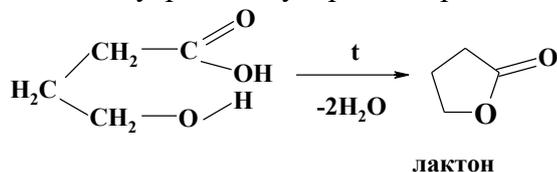
#### Эталон ответа:

Перечисленные в условии задачи гидроксикарбоновые кислоты различаются взаимным расположением функциональных групп, что существенно сказывается на их химических свойствах. Молочная (2-гидроксипропановая) кислота относится к  $\alpha$ -гидроксикислотам, которые при нагревании в результате межмолекулярной реакции этерификации образуются лактиды. В роли нуклеофила в этой реакции выступают спиртовые гидроксильные группы. Межмолекулярное взаимодействие в данном случае приводит к возникновению устойчивого шестичленного цикла.

При нагревании 3-гидроксипропановой кислоты, в молекуле которой функциональные группы имеют  $\beta$  - расположение, отщепляется вода и образуется  $\alpha,\beta$ - ненасыщенная бутен-2-овая кислота:



4-гидроксипропановая кислота с  $\gamma$  - расположением функциональных групп при нагревании легко отщепляет воду и превращается в циклический сложный эфир – лактон. Реакция протекает внутримолекулярно с образованием устойчивого пятичленного цикла



#### Критерии оценивания

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнены все задания предложенного варианта, имеются незначительные, легко устранимые недочеты;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если задания из варианта не выполнены или выполнены не полностью.

**Критерии оценки реферата:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если
- 1. Присутствуют все необходимые пункты реферата (план, введение, основная часть, заключение, список литературы);
- 2. Раскрыта тема реферата.
- оценка «не зачтено» тема реферата не раскрыта или отсутствуют необходимые пункты реферата.

### 13. Лист изменений

№	Дата внесения изменений	№ протокола заседания кафедры, дата	Содержание изменения	Подпись
1.	24.05.2017		<p>В соответствии с приказом Минобрнауки России от 10.04.2017 г. №320 «О внесении изменений в перечни специальностей направлений подготовки высшего образования», приказом ректора СамГМУ от 24.05.2017 г. №145-у «О внесении изменений в наименования специальностей» изменить квалификацию на «Врач-педиатр».</p>	