

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский  
университет имени Н.И. Пирогова»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

**Институт биомедицины (МБФ)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

Доктор биологических наук,

Член-корреспондент

Российской академии наук

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.1.О.34 Органическая химия**

для образовательной программы высшего образования - программы специалитета

по специальности

**30.05.02 Медицинская биофизика**

направленность (профиль)

Медицинская биофизика

Год начала подготовки 2026

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.34 Органическая химия (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика. Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинская биофизика.

Форма обучения: очная

Составители:

<b>№, п/п</b>	<b>Фамилия, Имя, Отчество</b>	<b>Учёная степень, звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Место работы</b>
1	Негребецкий Вадим Витальевич	канд. хим. наук, доцент, профессор РАН	Профессор кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Янкович Инна Владимировна	канд. хим. наук	Доцент кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
3	Лыженкова Мария Александровна	канд. биол. наук	Старший преподаватель кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Кафедра химии ИФМХ»

(протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ )

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, Имя, Отчество</b>	<b>Учёная степень, звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Место работы</b>
--------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------	---------------------

1	Попков Сергей Владимирович	канд. хим. наук, доцент	Заведующий кафедрой химии и технологии органического синтеза	ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева
2	Малахов Малахов Валентинович	канд. биол. наук, доцент	Ведущий научный сотрудник отдела медицинской химии и токсикологии	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом «  
 \_\_\_\_\_»  
 (протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ № \_\_\_\_\_ )

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный приказом от «29» мая 2020г. № 365 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цель и задачи освоения дисциплины**

#### 1.1.1. Цель.

получение обучающимися системных, теоретических и прикладных знаний о сущности химического поведения органических соединений, их биологической роли и основных закономерностей их превращений, необходимых для понимания и объяснения механизмов биохимических процессов, протекающих на молекулярном уровне.

#### 1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины (модуля):

- развить профессионально важные качества, используемые в клинико-диагностической медицине;
- развить умения и навыки использования полученных теоретических и практических знаний по органической химии в теоретической и клинической медицине;
- развить умения проведения химического эксперимента в химической лаборатории;
- сформировать готовность и способность применять полученные знания и умения в профессиональной деятельности.
- сформировать у студентов систему знаний в области теоретических основ органической химии, являющейся фундаментом для понимания функционирования биологических систем на молекулярном уровне;

### **1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Органическая химия» изучается в 2 семестре (ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины (модули)». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Молекулярная фармакология; Молекулярная биология и генетика; Биохимия; Физиология; Физическая химия; Клиническая лабораторная диагностика; Иммунология.

### **1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины**

<b>Код и наименование компетенции</b>	
<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)</b>
<b>ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности</b>	
ОПК-1.ИД1 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.	<b>Знать:</b> принципы номенклатуры; основные механизмы реакций органических соединений; строение и реакционную способность биологически важных классов органических соединений как основы их генетической связи в химических и биохимических процессах
	<b>Уметь:</b> прогнозировать химическое поведение органических веществ, исходя из знания строения этих веществ; использовать свойства химических веществ в лабораторной и производственной практике; оперировать основными стереохимическими представлениями
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> техникой химических экспериментов, проведения пробирочных реакций, навыками работы с химической посудой и простейшими приборами; оформлять отчетную документацию по экспериментальным данным; навыками рациональной организации поэтапного выполнения своей учебно-профессиональной деятельности
ОПК-1.ИД2 Применяет прикладные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.	<b>Знать:</b> характеристики основных классов биологически важных органических соединений, основы физико-химических методов анализа состава и структуры органических соединений
	<b>Уметь:</b> Обращаться с органическими соединениями, соблюдать правила техники безопасности, обращаться с лабораторной посудой
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Техникой химических экспериментов, проведения пробирочных реакций, навыками работы с химической посудой, правилами номенклатуры органических веществ



## 2. Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			2
<b>Учебные занятия</b>			
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:</b>		55	55
Лекционное занятие (ЛЗ)		10	10
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		39	39
Коллоквиум (К)		6	6
<b>Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:</b>		38	38
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		38	38
<b>Промежуточная аттестация:</b>			
<b>Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:</b>		3	3
Зачет (З)*		3	3
Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	96	96
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	3.00	3.00

\* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта (защиты курсовой работы) выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта (защиты курсовой работы) организуется в соответствии с расписанием занятий.

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

#### 2 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
<b>Раздел 1. Теоретические основы органической химии</b>			
1	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2	Тема 1. Строение и номенклатура органических соединений	Классификация и номенклатура органических соединений. Правила составления названия органических соединений по заместительной и радикально-функциональной номенклатуре. Пространственное строение органических соединений. Понятие о конформациях органических молекул. Формулы Ньюмена. Связь геометрии молекулы с типом гибридизации входящих в нее атомов. Электронное строение органических соединений. Сопряжение и ароматичность. Электроотрицательность атомов и полярность связи. Индуктивный и мезомерный эффекты заместителей. Кислотно-основные свойства органических соединений. ОН-, SH-, NH- и СН-кислоты. Закономерности изменения кислотно-основных свойств органических соединений. Расчет рН в растворах органических соединений
2	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2	Тема 2. Основные понятия и закономерности протекания органических реакций	Типы разрыва ковалентной связи. Строение промежуточных частиц (радикалов, карбокатионов, карбоанионов). Роль электронных эффектов (индуктивного и мезомерного) в стабилизации промежуточных частиц за счет делокализации электронной плотности. Классификация органических реакций. Понятие о региоселективных, стереоселективных и хемоселективных реакциях. Статический и динамический факторы протекания реакции. Радикальные

процессы. Механизм реакций пероксидного окисления. Понятие о цепных процессах. Причины легкой окисляемости связи С–Н в аллильном и бензильном положениях. Электрофильные реакции. Роль катализаторов. Реакции электрофильного присоединения к С=C-связи. Механизм реакции гидратации ненасыщенных соединений. Роль кислотного катализа. Влияние электронных эффектов заместителей на региоселективность реакции (правило Марковникова). Реакции электрофильного замещения в ароматических системах. Механизм реакций галогенирования, алкилирования, ацилирования. Влияние заместителей в ароматическом кольце на скорость и направление реакции (правила ориентации). Реакции нуклеофильного замещения у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода. Реакции нуклеофильного замещения как следствие полярности и поляризуемости связи углерод–гетероатом. Понятие о легко и трудно уходящих группах. Связь легкости ухода группы с силой сопряженной кислоты. Реакции гидролиза галогенопроизводных. Реакции алкилирования спиртов, аминов и тиолов. Алкилирующие агенты (галогенпроизводные, алкилфосфаты, сульфониевые соединения, производные этиленimina, оксониевые, аммониевые и сульфониевые ионы. Роль кислотного катализа в реакции замещения гидроксигруппы. Взаимодействие аминов с азотистой кислотой. Понятие о реакциях элиминирования, сопровождающих нуклеофильное замещение. Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе. Строение карбонильной группы. Реакции гидратации, присоединение

спиртов, тиолов и аминов к альдегидам и кетонам. Влияние строения карбонильного соединения на его реакционную способность. Роль кислотного катализа. Полуацетали, ацетали, тиоацетали, дитиоацетали. Их образование и гидролиз. Образование и гидролиз иминов (оснований Шиффа). Реакции карбонильных соединений, связанные с повышенной СН-кислотностью  $\alpha$ -углеродного атома. Реакция альдольного присоединения как путь образования связи углерод–углерод. Основной катализ. Обратимость реакций нуклеофильного присоединения к карбонильной группе. Понятие о реакции альдольного расщепления. Реакции нуклеофильного замещения у  $sp^2$ -гибридизованного атома углерода. Особенности электронного строения карбоновых кислот и их функциональных производных (сложных эфиров, сложных тиоэфиров, амидов, ангидридов, ацилфосфатов). Строение карбоксилат-иона. Механизм реакций гидролиза функциональных производных карбоновых кислот. Кислотный и щелочной гидролиз. Реакции ацилирования спиртов (этерификации), аминов и тиолов. Ацилирующие реагенты (сложные эфиры, сложные тиоэфиры, ацилфосфаты). Их сравнительная активность. Сложные тиоэфиры и ацилфосфаты, как макроэргические соединения. Реакции производных карбоновых кислот, связанные с повышенной СН-кислотностью  $\alpha$ -углеродного атома карбоксилирование, конденсация сложных тиоэфиров, реакции декарбоксилирования и распада  $\beta$ -кетоэфиров)

## Раздел 2. Биоорганическая химия

1	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2	Тема 1. Окислительно-восстановительные свойства органических соединений	Важнейшие окислительно-восстановительные системы организма (пиридиннуклеотиды, флавиновые нуклеотиды, тиол-дисульфидные системы, производные пара-бензохинона и т. д.), их роль в поддержании нормальной жизнедеятельности организма и участие в процессах биологического окисления-восстановления. Особенности протекания окислительно-восстановительных реакций в биологических системах
2	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2	Тема 2. Биологически важные поли- и гетерофункциональные соединения	Особенности химического поведения поли- и гетерофункциональных соединений. Реакции циклизации, хелатообразования, декарбоксилирования, окислительного декарбоксилирования, элиминирования, дегидратации, дезаминирования, фосфорилирования. Прототропная таутомерия, ее виды: кето-енольная, енамин-иминная таутомерия, как следствие повышенной СН-кислотности $\alpha$ - углеродного атома. Циклооксотаутомерия гидроксикарбонильных соединений. Биологически важные поли- и гетерофункциональные соединения. Многоатомные спирты. Этиленгликоль, глицерин, сорбит, ксилит. Фосфорилирование многоатомных спиртов. Образование комплексных соединений. Аминоспирты и аминофенолы. Коламин, холин, сфингозин, п-аминофенол. Понятие о катехоламинах. Алкилирование и ацилирование аминоспиртов. Ацетилхолин. Галогенамины и этиленимины. Причины их высокой алкилирующей активности. Ненасыщенные карбоновые кислоты. Кротоновая, малеиновая и фумаровая кислоты. Образование их по реакциям дегидрирования, дегидратации, дезаминирования. Гидрирование ненасыщенных кислот. Гидратация $\alpha,\beta$ -

			<p>ненасыщенных кислот. Двухосновные карбоновые кислоты. Щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая кислоты.</p> <p>Декарбоксилирование малоновой кислоты.</p> <p>Гидроксикислоты. Гликолевая, молочная, гидроксимасляные кислоты. Яблочная, винная, лимонная кислоты. Реакции дегидратации и циклизации в ряду гидроксикислот. Лактоны. Оксокислоты.</p> <p>Пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная, <math>\alpha</math>-кетоглутаровая кислоты. Реакция декарбоксилирования <math>\beta</math>-оксокислот.</p> <p>Окислительное декарбоксилирование <math>\alpha</math>-оксокислот. Восстановительное аминирование <math>\alpha</math>-оксокислот.</p>
3	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2	Тема 3. Биологически важные классы органических соединений: углеводы	<p>Углеводы. Пространственная изомерия. Конфигурация органических молекул. Энантиомерия и диастереомерия. Асимметрический атом углерода. Формулы Фишера. D- и L-ряды гидрокси- и аминокарбонильных соединений. Стереохимические формулы. Оптическая активность.</p> <p>Моносахариды. Классификация и стереоизомерия. D- и L-ряды. Кетозы и альдозы. Глицериновый альдегид и дигидроксиацетон. Рибоза, ксилоза. Глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза. Дезокси- и аминосахара. Дезоксирибоза, глюкозамин, маннозамин, галактозамин.</p> <p>Циклооксотаутомерия моносахаридов. Пиранозы и фуранозы. Формулы Фишера и Хеуорса, <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-аномеры. Карбонильная группа как прохиральный центр. Химические свойства углеводов и их производных: образование гликозидов и их гидролиз, восстановление до многоатомных спиртов, ацилирование аминосахаров, . Окисление моносахаридов: гликоновые, гликаровые, гликуроновые кислоты. Понятие об</p>

аскорбиновой кислоте. Взаимопревращение альдоз и кетоз (эпимеризация моносахаридов). Дисахариды. Мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Типы гликозидных связей в дисахариды. Гидролиз дисахаридов. Полисахариды. Строение крахмала, гликогена и целлюлозы. Аминокислоты. Общие свойства аминокислот как бифункциональных соединений. Диполярный ион. Механизм действия аминокислотных буферных систем организма. Реакция элиминирования  $\beta$ -аминокислот. Реакция циклизации  $\gamma$ -аминокислот. Лактамы.  $\alpha$ -Аминокислоты, входящие в состав белков. Их классификация и стереоизомерия. Глицин, аланин, лейцин, изолейцин, валин, серин, треонин, цистеин, метионин, фенилаланин, тирозин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, глутамин, аспаргин, лизин, аргинин, пролин, гистидин, триптофан. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот: декарбоксилирование, дезаминирование, окислительное дезаминирование, трансаминирование, элиминирование, гидроксिलирование, альдольное расщепление, гидролиз. Образование комплексных соединений. Образование пептидной связи и ее гидролиз. Строение пептидов. Ароматические аминокислоты (п-аминобензойная кислота, п-аминосалициловая кислота). Гетероциклические соединения. Строение, классификация, номенклатура O-, S-, N-гетероциклических соединений, содержащих один гетероатом: оксиран, азиридин, фуран, пираны, тиофен, тиопиран, пиррол, пиридин. Их кислотно-основные свойства. Различия пиррольного и пиридинового атома азота. Алкилирование

пиридина. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами (азолы): пирозол, имидазол, тиазол, оксазол. Кислотно-основные свойства и таутомерия азолов. Понятие о тетрапиррольных металлокомплексах (гем). Гистидин и гистамин. Шестичленные гетероциклы с двумя атомами азота: пиридазин, пиримидин, пиразин. Их производные: никотиновая и изоникотиновые кислоты, никотинамид (витамин РР), пиридоксаль (витамин В6). Индол. Триптофан. Серотонин. Биологически важные гетероциклические системы. Пиримидиновые основания: урацил, тимин, цитозин, барбитуровая кислота. Лактим-лактаминная и енамин-иминная таутомерия. Понятие о барбитуратах. Конденсированные гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пуриновые основания: аденин, гуанин, гипоксантин, ксантин. Их таутомерия. Мочевая кислота, ее соли (ураты). Нуклеотиды и нуклеозиды. Их строение. Конфигурация гликозидного центра. строение пиримидиновых и пуриновых нуклеозидов. Дезоксинуклеотиды. Мононуклеотиды-биорегуляторы (АТФ и ее гидролиз, АДФ, АМФ). Циклический аденозинмонофосфат (цАМФ). Никотинамидмононуклеотид. Понятие о строении динуклеотидов (кофермент А, НАД<sup>+</sup>, ФАД). Понятие о строении нуклеиновых кислот. Омыляемые липиды. Классификация. Особенности строения жирных кислот, входящих в состав омыляемых липидов. Стеариновая, пальмитиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты. Воска. Триацилглицерины (жиры) и мыла. Фосфатидовые кислоты. Фосфатиды (фосфатидилсерин, фосфатидилколामीны,

			<p>фосфатидилхолины). Сфинголипиды. Церамиды. Сфингомиелины, цереброзиды. Понятие о ганглиозидах.</p>
4	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2	<p>Тема 4. Биологически важные классы органических соединений: <math>\alpha</math>-аминокислоты, пептиды</p>	<p>Аминокислоты. Общие свойства аминокислот как бифункциональных соединений. Диполярный ион. Механизм действия аминокислотных буферных систем организма. Реакция элиминирования <math>\beta</math>-аминокислот. Реакция циклизации <math>\gamma</math>-аминокислот. Лактамы. <math>\alpha</math>-Аминокислоты, входящие в состав белков. Их классификация и стереоизомерия. Глицин, аланин, лейцин, изолейцин, валин, серин, треонин, цистеин, метионин, фенилаланин, тирозин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, глутамин, аспаргин, лизин, аргинин, пролин, гистидин, триптофан. Биологически важные реакции <math>\alpha</math>-аминокислот: декарбоксилирование, дезаминирование, окислительное дезаминирование, трансаминирование, элиминирование, гидроксילирование, альдольное расщепление, гидролиз. Образование комплексных соединений. Образование пептидной связи и ее гидролиз. Строение пептидов. Ароматические аминокислоты (п-аминобензойная кислота, п-аминосалициловая кислота).</p>
5	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2	<p>Тема 5. Биологически важные классы органических соединений: гетероциклические соединения, липиды</p>	<p>Гетероциклические соединения. Строение, классификация, номенклатура O-, S-, N-гетероциклических соединений, содержащих один гетероатом: оксиран, азиридин, фуран, пираны, тиофен, тиопиран, пиррол, пиридин. Их кислотно-основные свойства. Различие пиррольного и пиридинового атома азота. Алкилирование пиридина. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами (азолы): пиразол, имидазол, тиазол, оксазол. Кислотно-основные свойства и таутомерия азолов. Понятие о тетрапиррольных</p>

металлокомплексах (гем). Гистидин и гистамин. Шестичленные гетероциклы с двумя атомами азота: пиридазин, пиримидин, пиразин. Их производные: никотиновая и изоникотиновые кислоты, никотинамид (витамин РР), пиридоксаль (витамин В6). Индол. Триптофан. Серотонин. Биологически важные гетероциклические системы. Пиримидиновые основания: урацил, тимин, цитозин, барбитуровая кислота. Лактим-лактаминная и енамин-иминная таутомерия. Понятие о барбитуратах. Конденсированные гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пуриновые основания: аденин, гуанин, гипоксантин, ксантин. Их таутомерия. Мочевая кислота, ее соли (ураты). Нуклеотиды и нуклеозиды. Их строение. Конфигурация гликозидного центра. строение пиримидиновых и пуриновых нуклеозидов. Дезоксинуклеотиды. Мононуклеотиды-биорегуляторы (АТФ и ее гидролиз, АДФ, АМФ). Циклический аденозинмонофосфат (цАМФ). Никотинамидмононуклеотид. Понятие о строении динуклеотидов (кофермент А, НАД<sup>+</sup>, ФАД). Понятие о строении нуклеиновых кислот. Омыляемые липиды. Классификация. Особенности строения жирных кислот, входящих в состав омыляемых липидов. Стеариновая, пальмитиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты. Воска. Триацилглицерины (жиры) и мыла. Фосфатидовые кислоты. Фосфатиды (фосфатидилсерин, фосфатидилколонины, фосфатидилхолины). Сфинголипиды. Церамиды. Сфингомиелины, цереброзиды. Понятие о ганглиозидах.

### **3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися**

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

**4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий.**

№ занятия п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (модулей) (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***					
					КП	ОУ	ОП	ОК	ЛР	ТЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>2 семестр</b>										
<b>Раздел 1. Теоретические основы органической химии</b>										
<b>Тема 1. Строение и номенклатура органических соединений</b>										
1	ЛЗ	Введение. Номенклатура органических соединений. Пространственное строение органических соединений. Электронное строение органических соединений.	2	Д	1		1			1
2	ЛПЗ	Классификация, номенклатура, структурная изомерия органических соединений	3	Т	1	1	1			1
3	ЛПЗ	Электронное строение и кислотно-основные свойства органических соединений. Пространственное строение органических соединений	3	Т	1	1	1			1
<b>Тема 2. Основные понятия и закономерности протекания органических реакций</b>										
4	ЛЗ	Основные типы	2	Д	1	1	1			1

		реакций в органической химии: радикальные, электрофильные и нуклеофильные реакции. Окислительно-восстановительные свойства органических соединений.									
5	ЛПЗ	Радикальные и электрофильные реакции органических соединений	3	Т	1	1	1				1
6	ЛПЗ	Нуклеофильные реакции у sp <sup>3</sup> -гибридизованного атома углерода	3	Т	1	1	1			1	1
7	ЛПЗ	Реакционная способность альдегидов и кетонов	3	Т	1	1	1			1	1
8	ЛПЗ	Реакционная способность карбоновых кислот и их функциональных производных	3	Т	1	1	1			1	1
9	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1. Теоретические основы органической химии	3	Р	1	1	1	1	1	1	1

## Раздел 2. Биоорганическая химия

### Тема 1. Окислительно-восстановительные свойства органических соединений

10	ЛПЗ	Окислительно-восстановительные свойства органических соединений	3	Т	1	1	1	1	1	1	1
----	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Тема 2. Биологически важные поли- и гетерофункциональные соединения

11	ЛПЗ	Биологически важные поли- и гетерофункциональные соединения	3	Т	1	1	1	1	1	1
----	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Тема 3. Биологически важные классы органических соединений: углеводы**

12	ЛЗ	Биологически важные классы органических соединений: углеводы	2	Д	1	1	1	1	1	1
----	----	--	---	---	---	---	---	---	---	---

13	ЛПЗ	Углеводы. Моносахариды: классификация, строение, цикло-оксотаутомерия, химические свойства моносахаридов	3	Т	1	1	1	1	1	1
----	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

14	ЛПЗ	Олиго- и полисахариды: классификация, строение, свойства. Гомо- и гетерополисахариды	3	Т	1	1	1	1	1	1
----	-----	--	---	---	---	---	---	---	---	---

**Тема 4. Биологически важные классы органических соединений:  $\alpha$ -аминокислоты, пептиды**

15	ЛЗ	Биологически важные классы органических соединений: $\alpha$ -аминокислоты, пептиды	2	Д	1	1	1	1	1	1
----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

16	ЛПЗ	Аминокислоты, пептиды	3	Т	1	1	1	1	1	1
----	-----	-----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---

**Тема 5. Биологически важные классы органических соединений: гетероциклические соединения, липиды**

17	ЛЗ	Биологически важные классы органических соединений: кислород-, сера-, азотсодержащие гетероциклические соединения. Липиды.	2	Д	1	1	1	1	1	1
----	----	--	---	---	---	---	---	---	---	---

		Природные физиологически активные соединения								
18	ЛПЗ	Гетероциклические соединения. Классификация. Биологически важные кислород-, сера-, азотсодержащие гетероциклические соединения. Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты	3	Т	1	1	1	1	1	1
19	ЛПЗ	Липиды. Строение, свойства	3	Т	1	1	1	1	1	1
20	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2. Биоорганическая химия	3	Р	1	1	1	1	1	1
		Всего в семестре	55		20	19	20	12	15	20
		Всего по дисциплине (модулю)	55		20	19	20	12	15	20

(\* , \*\* , \*\*\* смотри условные обозначения)

### Условные обозначения

#### Виды учебных занятий\*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

#### Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)\*\*

Виды текущего	Сокращённое	Содержание
---------------	-------------	------------

<b>контроля успеваемости (ВТК) **</b>	<b>наименование</b>		
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся \*\*\*

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ) ***	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос устный	Опрос устный	ОУ		+	
3	Опрос письменный	Опрос письменный	ОП			
4	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+
5	Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР		+	
6	Тестирование в электронной форме	Тестирование	ТЭ		+	+

Типы контроля (ТК)

Типы контроля	Сокращенное наименование
Контроль присутствия	КП
Опрос устный	ОУ
Опрос письменный	ОП

Опрос комбинированный	ОК
Проверка лабораторной работы	ЛР
Тестирование в электронной форме	ТЭ

## 5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю)

### Оценочные средства промежуточной аттестации

#### 5.1. Формы проведения промежуточной аттестации

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации****	Форма организации промежуточной аттестации
1	2	3
2 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос письменный, Тестирование в электронной форме

#### Условные обозначения \*\*\*\*

Формы проведения промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Зачет	Зачет	З
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

#### 5.2 Критерии выставления оценок

##### Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

2 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценок
«зачтено»	Выставляется при соблюдении хотя бы одного из условий: 1) Тестовый контроль и письменный опрос должны быть написаны в сумме на 30 баллов, что составляет 60% от максимальной оценки за зачет. Каждое задание билета письменного опроса оценивается в соответствии с указанными в типовом билете баллами: 1 задание – max 4 балла 2 задание – max 4 балла 3 задание – max 4 балла 4 задание – max 4 балла 5 задание – max 4 балла. В ответах письменного опроса студент демонстрирует удовлетворительные знания по билету: - выполнены основные задания билета, либо отдельные подпункты выполнены с недочётами,

	<p>не искажающими сути правильного ответа; - полное написание уравнений реакций с указанием необходимых условий протекания, их название и тип механизма; - корректно составленные названия продуктов реакций; - правильно написанные структурные формулы исходных соединений и продуктов реакции; - оформление работы в целом позволяет однозначно интерпретировать все записи, расчёты и схемы. 2) Если тестовый контроль выполнен на 100%, это автоматически позволяет студенту набрать необходимые для зачета 30 баллов (60% от максимальной оценки за зачет) и письменный билет студент может не выполнять. 3) Тестовый контроль не может быть написан менее чем на 33% (10 баллов из 30 максимальных). В этом случае студент должен полностью выполнить билет письменного контроля, демонстрируя отличные знания при ответе на каждый вопрос данного вида контроля.</p>
<p><b>«не зачтено»</b></p>	<p>Выставляется при соблюдении следующих условий: 1) Студент получил менее 30 баллов в сумме за оба вида контроля; - ответы на задания билета отсутствуют или содержат грубые ошибки в написании структурных формул соединений, стерео- и диастереомеров, - названия веществ и/или их классов даны неверно - грубые ошибки в написании уравнений реакций и определении типов и механизмов реакций - оформление работы не позволяет идентифицировать ответ: формулы изображены неверно, отсутствуют обозначения и пояснения; 2) Тестовый контроль написан менее чем на 33%. Дополнительно – в ходе зачета зафиксировано использование несанкционированных источников (шпаргалок, мобильных устройств и т.п.), либо обучающийся отказался от выполнения работы без уважительной причины.</p>

## 6. Структура рейтинга по дисциплине (модулю)

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине (модулю) или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

2 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос устный	ОУ	13	156	В	Т	12	8	4
		Проверка лабораторной работы	ЛР	4	48	В	Т	12	8	4
		Тестирование в электронной форме	ТЭ	9	108	В	Т	12	8	4
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	2	702	В	Р	351	234	117
		Тестирование в электронной форме	ТЭ	2	702	В	Р	351	234	117
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1716					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

2 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценки

<b>«зачтено»</b>	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
<b>«не зачтено»</b>	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

## 7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 2 семестр

#### Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Зачет состоит из тестовой части (30 заданий) и письменной части. Тестовая часть включает материал 1-го и 2-го модулей.

#### Содержание тестового контроля:

Тема 1. Классификация и номенклатура органических соединений. Стереоизомерия.

Подтема: Название по заместительной номенклатуре и класс

Подтема: Название по радикально-функциональной номенклатуре и класс

Подтема: Конфигурация асимметрического центра в молекуле (*D* или *L*; *R* или *S*).

Тема 2. Радикальные реакции. Электрофильные реакции.

Подтема Классификация по механизму реакции

Подтема Характеристика частиц

Подтема Суждения о реакциях  $S_R$ ,  $A_E$ ,  $S_E$

Тема 3. Реакции нуклеофильного замещения у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода.

Подтема Продукты реакции  $S_N$  и E

Подтема Характеристика частиц в реакциях  $S_N$

Подтема Терминология в реакциях  $S_N$

Тема 4. Свойства карбонильных соединений.

Подтема Продукты взаимодействия карбонильных соединений с O- и S-нуклеофилами

Подтема Продукты взаимодействия карбонильных соединений с N-нуклеофилами

Подтема Гидролиз функциональных производных карбоновых кислот

Подтема Соответствие классов и структур

Тема 5. Окислительно-восстановительные реакции в биологических системах. Свойства поли- и гетерофункциональных соединений.

Подтема Формулы, классы и названия соединений.

Подтема Биологически важные окислители и восстановители.

Подтема Возможность самопроизвольного протекания окислительно-восстановительного процесса.

Подтема Влияние условий на окислительную способность.

Тема 6. Углеводы.

Подтема Соотнесение названия и формулы моносахаридов

Подтема Характеристики дисахаридов

Подтема Характеристики полисахаридов

Тема 7. Аминокислоты. Пептиды.

Подтема Названия аминокислот

Подтема Биологически важные реакции аминокислот

Подтема Классификация аминокислот

Подтема Строение дипептидов

Тема 8. Гетероциклические соединения.

Подтема Соответствие между формулой и названием вещества

Подтема Таутомерия гетероциклов

Подтема Кислотно-основные свойства гетероциклических соединений

Тема 9. Омыляемые липиды.

Подтема Состав липидов

Подтема Классификация липидов

Подтема Строение компонентов липидов

## **Вопросы для подготовки к зачету по курсу «Органическая химия»**

### **1. Строение и номенклатура органических соединений**

1.

Классификация и номенклатура органических соединений. Название класса по формуле и формулы по названию.

2.

Конформации: формулы Ньюмена (заслонённая, заторможенная, гош, анти).

Энергетически выгодные и невыгодные конформации.

3.

Сtereoизомерия: типы, примеры. D-,L- и R-,S-стереохимические номенклатуры.

4.

Диастереомеры. Цис-,транс- и Z-,E-номенклатуры.

5.

Типы гибридизации атомов углерода в молекулах, радикалах и ионах.

6.

Виды сопряжения в органических молекулах, радикалах, ионах.

7.

Электронные эффекты (индуктивный, мезомерный).

8.

Кислотно-основные свойства органических соединений. Влияние заместителей.

9.

Устойчивость частиц (катионов, анионов, радикалов).

## 2. Механизмы органических реакций

10.

Региоселективность реакций с механизмом SR.

11.

Региоселективность реакций электрофильного присоединения ( $A_E$ ): гидратация, гидрогалогенирование. Правило Марковникова.

12.

Региоселективность реакций  $S_E$  (галогенирование, алкилирование, нитрование, ацилирование ароматических соединений, реакции с диенами).

13.

Нуклеофильность органических соединений. Активность галогенпроизводных в реакциях  $S_N$ .

14.

Реакции нуклеофильного замещения галогенпроизводных, спиртов, аминов.

15.

Реакции элиминирования: дегидрогалогенирование, дегидратация (внутримолекулярная).

### 3. Реакции карбонильных соединений

16.

Терминология: нуклеофильное присоединение ( $A_N$ ), альдольная конденсация и расщепление, сложноэфирная конденсация, карбоксилирование, распад  $\beta$ -кетозэфиров, ацилирование, макроэргические соединения, енолят-ион.

17.

Гидраты, полуацетали, ацетали, дитиоацетали: продукты реакций альдегидов с водой, спиртами, тиолами; гидролиз.

18.

Реакции первичных аминов с карбонильными соединениями, образование иминов, гидролиз.

19.

Альдольная конденсация и альдольное расщепление.

20.

Реакции ацилирования и гидролиза функциональных производных карбоновых кислот.

### 4. Биологически важные свойства поли- и гетерофункциональных соединений

21.

Окислительно-восстановительные реакции в биосистемах: термины, примеры окислителей и восстановителей.

22.

Реакции циклизации: образование лактонов, лактамов, полуацеталей, ангидридов, эфиров, иминов, краун-эфиров.

23.

Типы таутомерии: прототропной таутомерии: кето-енольная, лактим-лактаманная, енамин-иминная; циклооксотаутомерия

24.

Основные типы реакций поли- и гетерофункциональных соединений: декарбоксилирование, дегидратация, гидролиз, таутомерия, альдольные реакции, ацилирование и др.

### **Аминокислоты, пептиды, белки**

25.

Структура, классификация аминокислот. Свойства и реакции. Пептидная связь. Уровни структурной организации белков.

### **Углеводы**

26.

Классификация моно-, ди- и полисахаридов. Циклические формы, мутарация. Свойства альдоз и кетоз. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды: строение, свойства.

### **Гетероциклические соединения и нуклеотиды**

27.

Строение и номенклатура гетероциклов.

28.

Нуклеозиды и нуклеотиды: названия, функции.

29.

Нуклеотиды нуклеиновых кислот: ДНК и РНК.

30.

Химические свойства азотистых оснований: дезаминирование, гидроксילирование, таутомерия.

### Липиды

31.

Строение и классификация липидов.

32.

Химические свойства липидов: гидрирование, галогенирование, гидратация, пероксидное окисление, гидролиз и омыление.

### Содержание билета письменного контроля:

#### Задание 1 (основные типы органических реакций) – 4 балла

Допишите уравнения реакций, назовите образующийся продукт:

1.

реакция  $S_R$ ,  $A_E$  или  $S_E$

2.

реакция  $S_N$  или  $E$

3.

реакция  $A_N$  или  $S_N$  для карбонильных соединений и их производных

4.

реакция гетеро- или полифункционального соединения, или окислительно-восстановительная реакция.

#### Задание 2 (углеводы) – 4 балла

Изобразите схему цикло-оксо-таутомерии моносахарида или его производного (две циклические и нециклическая формы). Укажите гликозидную гидроксигруппу. Напишите формулу эпимера этого моносахарида по С-2 (С-3, С-4), назовите его;

или:

Изобразите формулу дисахарида: мальтозы, изомальтозы, целлобиозы, лактозы, или сахарозы; укажите и назовите гликозидные связи; определите, восстанавливающий это дисахарид или нет, способен к цикло-оксо-таутомерии или нет;

или:

Изобразите строение фрагмента полисахарида: целлюлозы, амилозы, амилопектина или гликогена, укажите и назовите гликозидные связи.

### **Задание 3 (нуклеотиды)** – 4 балла.

Напишите структурную формулу заданного нуклеотида и уравнение реакции его полного гидролиза. Укажите N-гликозидную, сложноэфирные и, если они имеются, макроэргические связи.

### **Задание 4 (липиды)** –4 балла.

Напишите формулу липида (триацилглицерина, фосфатидилхолина, фосфатидилсерина, фосфатидилколамина, цереброзида, церамида, сфингомиелина). К каким классам и группам можно отнести этот липид? Укажите и назовите типы присутствующих в нем связей (амидная, гликозидная или сложноэфирная). Напишите уравнение реакции кислотного или щелочного гидролиза этого липида при нагревании. Изобразите конфигурацию одной из ненасыщенных кислот, назовите ее по  $\omega$ -номенклатуре.

### **Задание 5 (аминокислоты, пептиды)** –4 балла.

Напишите формулу трипептида. Укажите пептидные связи, N- и C-конец пептида. Напишите уравнение реакции кислотного или щелочного гидролиза этого пептида при нагревании или *in vivo* под действием соответствующих пептидаз ( $\text{pH} \approx 7$ ).

## **Зачетный билет для проведения зачёта**

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

**Кафедра химии ИФМХ**

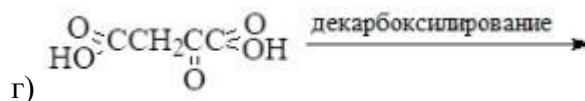
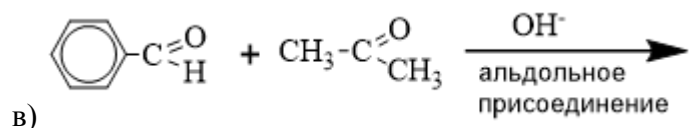
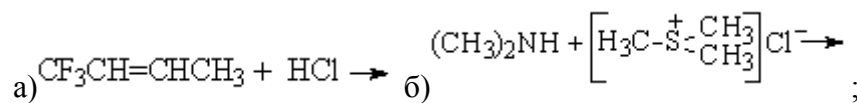
**Билет № \_\_\_\_\_**

для проведения зачета по дисциплине Б.1.О.34 «Органическая химия»

по программе специалитета  
 по специальности  
 «30.05.02 Медицинская биофизика»  
 направленность (профиль)  
 «Медицинская биофизика»

**I. 4 балла: по 1 баллу – верно написаны и названы органические продукты реакции и указан механизм реакции**

Допишите уравнения реакций, назовите образующийся продукт:



**II. 4 балла: 2 балла - верно написаны все компоненты формулы + 1 балл - верно названы фрагменты и гликозидные связи + 1 балл – верно охарактеризован полисахарид**

Изобразите фрагмент амилопектина. Назовите моносахаридные фрагменты, укажите гликозидные связи и назовите их. К какому типу полисахаридов относится амилопектин (линейный, разветвленный)?

**III. 4 балла: 2 балла - верно написаны все компоненты нуклеотида + 1 балл - верно названы связи + 1 балл – верно написан гидролиз и названы продукты**

Напишите структурную формулу аденозин-5'-трифосфата (АТФ). Укажите N-гликозидную, сложноэфирную и макроэргические связи. Напишите уравнение реакции полного гидролиза данного нуклеотида, назовите образовавшиеся продукты.

**IV. 4 балла: 2 балла - верно написаны все компоненты липида + 1 балл - верно классифицирован липид + 1 балл – верно написано уравнение гидролиза и приведена структурная формула и название ненасыщенной кислоты**

Изобразите формулу липида, в составе которого фрагменты глицерина, коламина, фосфорной, пальмитолеиновой и линоленовой кислот. К каким классам и группам можно

отнести этот липид. Напишите уравнение гидролиза данного липида в кислой среде при нагревании, укажите и назовите связи, разрывающиеся при его гидролизе. Изобразите конфигурацию линоленовой кислоты, назовите ее по  $\omega$ -номенклатуре.

**V. 4 баллов: 2 балла - верно написаны все компоненты формулы пептида + 1 балл – верно указаны связи и концы пептида + 1 балла - верно написаны все 3 продукта гидролиза**

Напишите формулу трипептида Gln-Cys-Phe. Укажите пептидные связи; N- и C-конец пептида. Напишите уравнение реакции гидролиза этого пептида *in vivo* под действием соответствующих пептидаз (pH=7).

Заведующий кафедрой Кафедра химии ИФМХ Негребецкий В. В.

## **8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)**

### **Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа**

- иметь доступ к сети Интернет;
- подготовить тетрадь для конспектирования;
- предварительно ознакомиться с темой лекции по рекомендованным учебникам и электронным ресурсам;
- сформулировать вопросы для обсуждения с преподавателем.

### **Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа**

- прослушивание и конспектирование соответствующей лекции;
- изучение теоретических аспектов темы по учебникам, методическим пособиям и в электронном кабинете;
- выполнение письменного домашнего задания;
- ознакомление с методикой и оформлением лабораторной работы в лабораторной тетради;
- подготовку письменных ответов на вопросы для защиты лабораторной работы;
- прохождение тестов для самоконтроля в личном кабинете

### **Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)**

- повторите весь материал раздела (модуля);
- выполните задания, аналогичные тем, что рассматривались на занятиях;
- проработайте пример билета письменного опроса;
- выполните самоконтрольное тестирование в личном кабинете

### **Методические указания для подготовки к зачету**

- ознакомьтесь с образцом билета письменного опроса;
- изучите типовые тестовые задания;
- выделите сложные и приоритетные темы;
- составьте план повторения;
- повторите материал по конспектам, учебникам и электронным ресурсам;
- выполните самоконтрольное тестирование в личном кабинете

### **Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)**

- работу с учебной и научной литературой, просмотр видеолекций;
- сбор, анализ и обобщение информации по теме;
- выполнение задач, упражнений и письменных заданий;
- прохождение самоконтроля (тестирование).

## 9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

### 9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п /п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Биоорганическая химия: учебник, Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., Зурабян С. Э., 2023	Биоорганическая химия Теоретические основы органической химии		<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970472095.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970472095.html</a>
2	Биоорганическая химия: учебник для студентов вузов, Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., 2006	Биоорганическая химия Теоретические основы органической химии	118	
3	Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учебное пособие для вузов, Тюкавкина Н. А., 2009	Биоорганическая химия Теоретические основы органической химии	1522	
4	Биоорганическая химия: учебник для медицинских вузов, Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., Зурабян С. Э., 2010	Биоорганическая химия Теоретические основы органической химии	1522	

### 9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. The Blue Book — официальное руководство IUPAC по номенклатуре <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/> (на английском языке)
2. Сайт кафедры химии ИФМХ: <http://www.rsmu.ru/> → структура → Институт фармации и медицинской химии → кафедра химии ИФМХ
3. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
4. Российская национальная библиотека <https://nlr.ru/>
5. Электронная библиотечная система РНИМУ <https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els/>
6. ЭБС «Консультант студента» [www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru)

**9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)**

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением

#### 9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины (модуля):

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Столы , Стулья , Экран для проектора , Шторы затемненные (для проектора) , Ноутбук , Доска меловая , Вытяжной шкаф , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Стеклянные палочки , Пробирки , Спиртовки , Держатели для пробирок , Компьютеры для обучающихся
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
3	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

