

**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**

**ФД.02 Органическая химия**

**для образовательной программы высшего образования - программы магистратуры**

**по направлению подготовки**

**06.04.01 Биология**

**направленность (профиль)**

**Молекулярная иммунология**

**Год начала подготовки 2026**

Настоящая рабочая программа дисциплины ФД.02 Органическая химия (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология. Направленность (профиль) образовательной программы: Молекулярная иммунология.

Форма обучения: очная

Составители:

| №, п/п | Фамилия, Имя, Отчество       | Учёная степень, звание                 | Должность                    | Место работы                                                                |
|--------|------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 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) |

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

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

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

| № п/п | Фамилия, Имя, Отчество     | Учёная степень, звание  | Должность                                                    | Место работы                      |
|-------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 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<br>Валентинович | канд. биол.<br>наук, доцент | Ведущий<br>научный<br>сотрудник<br>отдела<br>медицинской<br>химии и<br>токсикологии | ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.<br>И. Пирогова Минздрава<br>России (Пироговский<br>Университет) |
|---|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

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

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по специальности 06.04.01 Биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «11» августа 2020 г. No 934 рук (Далее – ФГОС ВО).
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.**

Целью изучения дисциплины «Органическая химия» является: 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 клинко-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 части, формируемой участниками образовательного процесса. Является факультативной дисциплиной

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины (модуля) обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины: Молекулярная фармакология; Медицинская биохимия.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Генная инженерия; Персонализированная медицина; Медицинская иммунология; Методы исследования в современной иммунологии; Иммуногистохимия; Современные технологии таргетной иммунотерапии; Иммунологические механизмы старения и возраст-ассоциированные патологии.

### 1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

2 семестр

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                           | Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>ПК-3 Способен творчески использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры для изучения молекулярных механизмов патогенеза заболеваний.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ПК-3.ИД1 Использует в профессиональной деятельности фундаментальные и прикладные разделы дисциплин, представленных в программе магистратуры для исследования механизмов патогенеза заболеваний.                                                                | <b>Знать:</b> принципы строения, реакционной способности и превращений биологически важных органических соединений, вовлечённых в иммунологические процессы; механизмы химических превращений, лежащих в основе функционирования сигнальных молекул, медиаторов и рецепторов; влияние пространственного строения соединений на их биологическую активность, иммуногенность и метаболизм                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Уметь:</b> анализировать структуру и реакционную способность соединений, играющих ключевую роль в молекулярных механизмах иммунного ответа; интерпретировать экспериментальные данные по химическим и биохимическим процессам, связанным с иммунной регуляцией; применять органическую химию для обоснования путей синтеза иммуномодуляторов и биомаркеров                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> техникой химических экспериментов, проведения пробирочных реакций, навыками работы с химической посудой и простейшими приборами; выполнения лабораторных процедур по исследованию органических молекул, участвующих в иммунных процессах, с оформлением аналитических и отчётных документов; навыками рациональной организации поэтапного выполнения своей учебно-профессиональной деятельности |

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

| Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий /<br>Формы промежуточной аттестации |                                           | Всего<br>часов | Распределение часов<br>по семестрам |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|-------------------------------------|
|                                                                                     |                                           |                | 2                                   |
| Учебные занятия                                                                     |                                           |                |                                     |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО),<br>в т.ч.:         |                                           | 45             | 45                                  |
| Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)                                              |                                           | 39             | 39                                  |
| Коллоквиум (К)                                                                      |                                           | 6              | 6                                   |
| Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО),<br>в т.ч.:                     |                                           | 48             | 48                                  |
| Подготовка к учебным аудиторным занятиям                                            |                                           | 48             | 48                                  |
| Промежуточная аттестация:                                                           |                                           |                |                                     |
| Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА),<br>в т.ч.:    |                                           | 3              | 3                                   |
| Зачет (З)*                                                                          |                                           | 3              | 3                                   |
| Общая трудоемкость<br>дисциплины (ОТД)                                              | в часах: ОТД =<br>КРО+СРО+КРПА+СРПА       | 96             | 96                                  |
|                                                                                     | в зачетных единицах: ОТД (в<br>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

| №<br>п/п                                                                                                        | Шифр<br>компетенции | Наименование раздела<br>(модуля), темы<br>дисциплины | Содержание раздела и темы в<br>дидактических единицах |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Основы строения и реакционной способности органических соединений в<br/>биологических системах</b> |                     |                                                      |                                                       |



|   |          |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|----------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ПК-3.ИД1 | Тема 1. Основы строения и номенклатуры органических соединений      | <p>Введение: роль органической химии в молекулярной иммунологии; органические молекулы как компоненты и регуляторы иммунной системы. Классификация и номенклатура органических соединений: принципы классификации органических молекул; правила ИЮПАК для составления названий органических соединений по заместительной и радикально-функциональной номенклатуре; особенности биохимической и тривиальной номенклатуры (на примерах иммуномодулирующих соединений: простых и сложных эфиров, аминокислот, углеводов. Пространственное строение органических соединений: пространственное строение биологически значимых молекул; конформации органических молекул, формулы Ньюмена; влияние пространственного строения на биологическую активность молекул и взаимодействие с рецепторами. Электронное строение органических соединений: сопряжение, ароматичность и их роль в биологической активности; индуктивный и мезомерный эффекты заместителей. Кислотно-основные свойства органических соединений: OH-, SH-, NH- и CH-группы как доноры и акцепторы протонов; закономерности изменения кислотно-основных свойств органических соединений в водных и биологических средах; расчет pH в растворах органических соединений. влияние pH на иммунобиологические процессы</p> |
| 2 | ПК-3.ИД1 | Тема 2. Основные типы органических реакций в биологических системах | <p>Типы разрыва ковалентной связи. Промежуточные частицы в органических реакциях: строение и роль радикалов, карбокатионов, карбоанионов в биохимических реакциях иммунной системы. Влияние индуктивного и мезомерного</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

эффектов на стабилизацию промежуточных частиц. Классификация органических реакций в биологических системах: региоселективные, стереоселективные, хемоселективные реакции. Влияние факторов среды (рН, ионной силы, полярности растворителя) на реакционную способность молекул в клеточных средах. Статические и динамические факторы протекания реакции. Радикальные процессы: механизм пероксидного окисления биомолекул. Роль активных форм кислорода (АФК) в иммунном ответе. Цепные радикальные процессы при воспалении и апоптозе. Причины легкой окисляемости связи С–Н в аллильном и бензильном положениях. Электрофильные реакции. Реакции электрофильного присоединения в биологических процессах. Электрофильное замещение в ароматических системах биологически активных молекул. Влияние электронных эффектов на региоселективность реакций. Нуклеофильные реакции. Нуклеофильное замещение у  $sp^3$ -гибридизованных атомов углерода. Реакции алкилирования спиртов, аминов и тиолов. Алкилирующие агенты (галогенпроизводные, алкилфосфаты, сульфониевые соединения, производные этиленimina, оксониевые, аммониевые и сульфониевые ионы. Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе: гидратации, присоединение спиртов, тиолов и аминов к альдегидам и кетонам. Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе в биологических условиях (образование оснований Шиффа, реакции гликозилирования, реакции с липидами). Реакции нуклеофильного замещения у  $sp^2$ -гибридизованного атома

|                                                                                         |          |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                         |          |                                                                                                                 | <p>углерода. Ацилирующие реагенты (сложные эфиры, сложные тиоэфиры, ацилфосфаты). Их сравнительная активность. Макроэргические соединения (тиоэфиры, ацилфосфаты) — их роль в метаболизме. Реакции производных карбоновых кислот, связанные с повышенной СН-кислотностью <math>\alpha</math>-углеродного атома карбоксилирование, конденсация сложных тиоэфиров, реакции декарбоксилирования и распада <math>\beta</math>-кетотэфиров). Биохимические примеры: взаимодействие аминов с карбонильными группами; образование иминов и пептидных связей в белках. Практическая химия функциональных групп. Качественные реакции на аминогруппы, гидроксильные и тиольные группы, карбонильные группы в органических соединениях, моделирующих свойства биологически-активных веществ</p> |
| <b>Раздел 2. Биологически активные органические соединения и методы их исследования</b> |          |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1                                                                                       | ПК-3.ИД1 | Тема 1. Ключевые окислительно-восстановительные процессы в живых системах и их значение для иммунной активности | <p>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. Основные типы кислотно-основных и редокс-реакций в иммунных клетках. Ферментативные реакции окисления и восстановления. Роль этих процессов в активации иммунных клеток и передаче сигналов</p>                                                                                                                                                                                       |

|   |          |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|----------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | ПК-3.ИД1 | Тема 2. Биологически важные классы органических соединений. Углеводы | <p>Пространственная изомерия углеводов. Энантиомерия и диастереомерия. Формулы Фишера. D- и L-ряды моносахаридов. Моносахариды: структура и классификация моносахаридов: альдозы, кетозы. Важнейшие моносахариды, актуальные для иммунологии: рибоза, дезоксирибоза (структура нуклеиновых кислот), глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза, глюкуроновая кислота, галактуроновая кислота (роль в образовании гликозаминогликанов). Дезокси- и аминосахара (дезоксирибоза, глюкозамин, маннозамин, галактозамин): значение для структур гликоконъюгатов. Химические свойства углеводов. Гликозидные связи: образование и гидролиз. Восстановление до многоатомных спиртов, окисление (глюкуроновая кислота, глюконовая кислота). Ацилирование аминосахаров – роль в биологических процессах. Биологическая роль аскорбиновой кислоты (антиоксидантная защита иммунной системы). Дисахариды: строение, типы гликозидных связей. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Гидролиз дисахаридов, ферментативные реакции Биологические функции: лактоза (иммуномодуляция у новорождённых), сахароза, мальтоза, целлобиоза. Полисахариды. Структура крахмала, гликогена (энергетический обмен иммунных клеток). Структура бактериальных полисахаридов (капсульные антигены — значимые для иммунного ответа). Гликозаминогликаны: строение и роль в иммунных реакциях (гепарансульфат, хондроитинсульфат и др.). Гликокалик клеточных мембран, участие в иммунных реакциях</p> |
| 3 | ПК-3.ИД1 | Тема 3. Биологически                                                 | Строение, классификация и химические                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

важные классы  
органических соединений:  
 $\alpha$ -аминокислоты, пептиды

свойства аминокислот. Строение  $\alpha$ -аминокислот: стереоизомерия аминокислот. Кислотно-основные свойства, дипольные ионы. Буферные свойства аминокислот, участие в регуляции pH биологических жидкостей (значение для функционирования иммунных клеток). Классификация аминокислот по свойствам боковых цепей: полярные, неполярные, заряженные. Биологически значимые аминокислоты.  $\alpha$ -Аминокислоты, входящие в состав белков. Гистидин, тирозин, серин, треонин, цистеин, триптофан – их роль в посттрансляционных модификациях, регуляции активности белков иммунной системы. Непротеиногенные аминокислоты, выполняющие функции медиаторов или регуляторов ( $\gamma$ -аминомасляная кислота, орнитин, цитруллин). Химические реакции аминокислот, значимые для иммунной биохимии. Декарбоксилирование (образование биогенных аминов – медиаторов воспаления, например, гистамин). Дезаминирование, окислительное дезаминирование. Трансаминирование: роль в азотистом обмене. Гидроксилирование (в том числе посттрансляционное). Пептидная связь. Механизм образования пептидной связи и её гидролиз. Пространственное строение пептидов: вторичная структура ( $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -слой), влияние на иммуногенность пептидов и белков. Стабильность пептидной связи в различных условиях (pH, ферментативное расщепление). Пептиды иммунной значимости. Пептидные гормоны и медиаторы (цитокины, интерлейкины, интерфероны, дефенсины). Антигенные пептиды. Влияние модификаций (фосфорилирование, ацетилирование, гликозилирование) на

|   |          |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |          |                                                                 | антигенность пептидов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4 | ПК-3.ИД1 | Тема 4. Гетероциклические соединения и биомолекулы на их основе | <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 металлокомплексах (гем). Гистидин и гистамин. Шестичленные гетероциклы с двумя атомами азота: пиридазин, пиримидин, пиазин. 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</p> |

|   |          |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|----------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | ПК-3.ИД1 | <p>Тема 5. Биологически важные классы органических соединений: липиды</p> | <p>липиды. Классификация липидов: омыляемые и неомыляемые. Жирные кислоты: насыщенные и ненасыщенные: стеариновая, пальмитиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая кислоты – структура и значение для иммунной регуляции. Глицериды и воска. Глицерофосфолипиды (фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилсерин). Сфинголипиды (церамиды, сфингомиелины, ганглиозиды, цереброзиды). Роль липидов в иммунных процессах: структура мембран иммунных клеток; липиды как регуляторы апоптоза. Оксипирины. Образование оксипиринов из арахидоновой, линолевой и других полиненасыщенных жирных кислот. Основные группы оксипиринов: простагландины, лейкотриены, тромбоксаны, липоксины и др. Стероиды. Структура стероидов. Биологически важные стероиды: глюкокортикоиды (кортизол и его производные), минералокортикоиды, половые гормоны. Стероидные гормоны как терапевтические средства при аутоиммунных заболеваниях. Алкалоиды. Структура алкалоидов, классификация по азотсодержащим гетероциклам. Биологически активные алкалоиды: никотин, морфин, алкалоиды наперстянки, пилокарпин, резерпин, колхицин, и др. Флавоноиды. Структура флавоноидов: флавоны, флавонолы, антоцианы, катехины, изофлавоны. Антиоксидантные свойства флавоноидов</p> |
|---|----------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |          |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|----------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | ПК-3.ИД1 | Тема 6. Физико-химические методы исследования органических соединений | Спектроскопические методы. УФ-спектроскопия. Принципы поглощения УФ-излучения органическими соединениями ( $\pi$ - $\pi^*$ , $n$ - $\pi^*$ переходы). Применение для количественного анализа белков (по ароматическим аминокислотам), нуклеиновых кислот, флавоноидов. ИК-спектроскопия. Основы ИК-спектроскопии (колебательные переходы). Применение для изучения строения функциональных групп в биомолекулах (определение модификаций белков и липидов, гликозилирования). ЯМР-спектроскопия (ПМР, $^{13}\text{C}$ -ЯМР). Принципы ЯМР-спектроскопии (ядерный магнитный резонанс). Применение ПМР и $^{13}\text{C}$ -ЯМР для определения структуры пептидов, исследования липидных мембран, анализа стероидов, изучения взаимодействия антиген–антитело. Роль ЯМР в структурной иммунологии. Хроматографические методы. Тонкослойная хроматография (ТСХ): применение для анализа биологических субстратов. Газовая хроматография (ГХ), Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ): анализ аминокислот, пептидов, флавоноидов. Масс-спектрометрия (МС). Применение для структурного анализа пептидов и белков |
|---|----------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 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<br>п/п                                                                                            | Виды учебных занятий* | Период обучения (семестр).<br>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                                                 | ОП | ОК | ЛР | ТЭ |
| 1                                                                                                           | 2                     | 3                                                                                                                             | 4                                  | 5                                     | 6                                                  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| <b>2 семестр</b>                                                                                            |                       |                                                                                                                               |                                    |                                       |                                                    |    |    |    |    |
| <b>Раздел 1. Основы строения и реакционной способности органических соединений в биологических системах</b> |                       |                                                                                                                               |                                    |                                       |                                                    |    |    |    |    |
| <b>Тема 1. Основы строения и номенклатуры органических соединений</b>                                       |                       |                                                                                                                               |                                    |                                       |                                                    |    |    |    |    |
| 1                                                                                                           | ЛПЗ                   | Органическая химия в молекулярной иммунологии. Основы классификации, номенклатуры биологически важных органических соединений | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  |    |    | 1  |
| 2                                                                                                           | ЛПЗ                   | Связь электронного строения с кислотностью, реакционной способностью и биологической функцией органических соединений         | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  |    |    | 1  |
| 3                                                                                                           | ЛПЗ                   | Пространственное строение и биологическая активность биомолекул                                                               | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  |    |    | 1  |

## Тема 2. Основные типы органических реакций в биологических системах

|   |     |                                                                                                                                                |   |   |   |   |   |   |   |
|---|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | ЛПЗ | Основные типы органических реакций в живых организмах                                                                                          | 3 | Т | 1 | 1 |   |   | 1 |
| 5 | ЛПЗ | Качественные реакции монофункциональных органических соединений                                                                                | 3 | Т | 1 | 1 |   | 1 | 1 |
| 6 | К   | Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1. Основы строения и реакционной способности органических соединений в биологических системах | 3 | Р | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

## Раздел 2. Биологически активные органические соединения и методы их исследования

**Тема 1.** Ключевые окислительно-восстановительные процессы в живых системах и их значение для иммунной активности

|   |     |                                                                                                         |   |   |   |   |   |   |   |
|---|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | ЛПЗ | Ключевые окислительно-восстановительные процессы в живых системах и их значение для иммунной активности | 3 | Т | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|---|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|

## Тема 2. Биологически важные классы органических соединений. Углеводы

|   |     |                                                                                                      |   |   |   |   |   |   |   |
|---|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | ЛПЗ | Биологическая роль углеводов: участие в метаболизме, межклеточном взаимодействии и иммунных реакциях | 3 | Т | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|---|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|

**Тема 3. Биологически важные классы органических соединений:  $\alpha$ -аминокислоты, пептиды**

|                                                                              |     |                                                                                                                                      |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 9                                                                            | ЛПЗ | Аминокислоты, пептиды                                                                                                                | 3 | Т | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <b>Тема 4. Гетероциклические соединения и биомолекулы на их основе</b>       |     |                                                                                                                                      |   |   |   |   |   |   |   |
| 10                                                                           | ЛПЗ | Гетероциклические соединения.<br>Классификация.<br>Биологически важные кислород-, сера-, азотсодержащие гетероциклические соединения | 3 | Т | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11                                                                           | ЛПЗ | Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты                                                                                          | 3 | Т | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <b>Тема 5. Биологически важные классы органических соединений: липиды</b>    |     |                                                                                                                                      |   |   |   |   |   |   |   |
| 12                                                                           | ЛПЗ | Биологически активные органические соединения в иммунной регуляции: липиды, оксипирины, стероиды, алкалоиды и флавоноиды             | 3 | Т | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <b>Тема 6. Физико-химические методы исследования органических соединений</b> |     |                                                                                                                                      |   |   |   |   |   |   |   |
| 13                                                                           | ЛПЗ | Физико-химические методы исследования органических соединений: ИК, ПМР, масс-спектрометрия                                           | 3 | Т | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14                                                                           | ЛПЗ | Хроматография в органическом анализе биологически активных соединений                                                                | 3 | Т | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

|    |   |                                                                                       |    |   |    |    |    |    |    |
|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|----|----|----|----|
| 15 | К | Текущий рубежный<br>(модульный)<br>контроль по разделу<br>2. Биоорганическая<br>химия | 3  | Р | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|    |   | Всего в семестре                                                                      | 45 |   | 15 | 15 | 10 | 11 | 15 |
|    |   | Всего по дисциплине<br>(модулю)                                                       | 45 |   | 15 | 15 | 10 | 11 | 15 |

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

### Условные обозначения

#### Виды учебных занятий\*

| Виды учебных занятий             | Сокращённое наименование |     |
|----------------------------------|--------------------------|-----|
| Лабораторно-практическое занятие | Лабораторно-практическое | ЛПЗ |
| Коллоквиум                       | Коллоквиум               | К   |

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

| Виды текущего<br>контроля<br>успеваемости (ВТК)<br>** | Сокращённое<br>наименование |   | Содержание                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Текущий<br>тематический<br>контроль                   | Тематический                | Т | Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия                      |
| Текущий рубежный<br>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<br>контроля успеваемости<br>обучающихся (ФПТКУ) *** | Техническое и<br>сокращённое<br>наименование | Возможность проведения<br>текущего контроля<br>успеваемости по видам<br>контроля |
|---|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                               |                                              |                                                                                  |

|   |                                  |                       |    |   |   |   |
|---|----------------------------------|-----------------------|----|---|---|---|
|   |                                  |                       |    | Д | Т | Р |
| 1 | Контроль присутствия             | Присутствие           | КП |   |   |   |
| 2 | Опрос письменный                 | Опрос письменный      | ОП | + |   |   |
| 3 | Опрос комбинированный            | Опрос комбинированный | ОК |   | + |   |
| 4 | Проверка лабораторной работы     | Лабораторная работа   | ЛР | + |   |   |
| 5 | Тестирование в электронной форме | Тестирование          | ТЭ | + | + |   |

Типы контроля (ТК)

| Типы контроля                    | Сокращенное наименование |
|----------------------------------|--------------------------|
| Контроль присутствия             | КП                       |
| 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<br>семестр | Зачет                                         | Контроль присутствия, Опрос письменный,<br>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<br>/Оценка | Критерии выставления оценок |
|-----------------------------|-----------------------------|
|-----------------------------|-----------------------------|

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>«зачтено»</b>    | <p>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, 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> |
| <b>«не зачтено»</b> | <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<br>текущего контроля<br>успеваемости |    | Кол-во<br>контролей | Макс.<br>кол-во<br>баллов | Соответствие оценок<br>рейтинговым баллам |     |      |      |        |
|-----------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------|----|---------------------|---------------------------|-------------------------------------------|-----|------|------|--------|
|                                         |     |                                                       |    |                     |                           | ТК                                        | ВТК | Отл. | Хор. | Удовл. |
| Лабораторно-<br>практическое<br>занятие | ЛПЗ | Опрос письменный                                      | ОП | 2                   | 42                        | В                                         | Т   | 21   | 14   | 7      |
|                                         |     | Проверка<br>лабораторной<br>работы                    | ЛР | 5                   | 105                       | В                                         | Т   | 21   | 14   | 7      |
|                                         |     | Тестирование в<br>электронной форме                   | ТЭ | 8                   | 168                       | В                                         | Т   | 21   | 14   | 7      |
| Коллоквиум                              | К   | Опрос<br>комбинированный                              | ОК | 2                   | 702                       | В                                         | Р   | 351  | 234  | 117    |
|                                         |     | Тестирование в<br>электронной форме                   | ТЭ | 2                   | 702                       | В                                         | Р   | 351  | 234  | 117    |
| Сумма баллов по дисциплине за семестр   |     |                                                       |    |                     | 1719                      |                                           |     |      |      |        |

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

## 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 Кисотно-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-лактаминная, 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, мутаротация. 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, гидроксилирование, 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 C-2 (C-3, C-4), назовите его;

или:

Изобразите формулу дисахарида: мальтозы, изомальтозы, целлобиозы, лактозы, или сахарозы; укажите и назовите гликозидные связи; определите, восстанавливающий этот 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, фосфатидилколлина, 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**

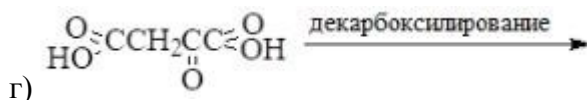
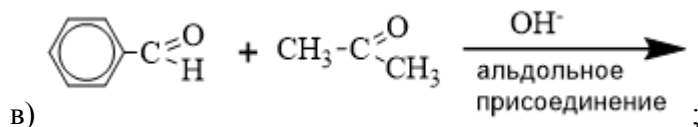
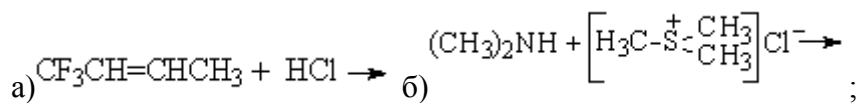
Билет № \_\_\_\_



для проведения зачета по дисциплине ФД.02 «Органическая химия»  
по программе магистратуры  
по направлению подготовки  
«06.04.01 Биология»  
направленность (профиль)  
«Молекулярная иммунология»

**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:

| №<br>п<br>/п | Наименование,<br>автор, год и место<br>издания                                                                 | Рекомендуется при<br>изучении разделов<br>дисциплины                                                                                                                 | Количество<br>экземпляров<br>в библиотеке | Электронный адрес<br>ресурса                                                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | 2                                                                                                              | 3                                                                                                                                                                    | 4                                         | 5                                                                                                                                 |
| 1            | Биоорганическая химия: учебник для медицинских вузов, Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., Зурабян С. Э., 2010       | Основы строения и реакционной способности органических соединений в биологических системах<br>Биологически активные органические соединения и методы их исследования | 1522                                      |                                                                                                                                   |
| 2            | Биоорганическая химия: учебник, Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., Зурабян С. Э., 2023                             | Основы строения и реакционной способности органических соединений в биологических системах<br>Биологически активные органические соединения и методы их исследования |                                           | <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970472095.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970472095.html</a> |
| 3            | Биоорганическая химия: учебник для студентов вузов, Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., 2006                        | Основы строения и реакционной способности органических соединений в биологических системах<br>Биологически активные органические соединения и методы их исследования | 118                                       |                                                                                                                                   |
| 4            | Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учебное пособие для вузов, Тюкавкина Н. А., 2009 | Основы строения и реакционной способности органических соединений в биологических системах<br>Биологически активные органические соединения и методы их исследования | 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):

| №<br>п<br>/п | Наименование<br>оборудованных учебных<br>аудиторий                                                                                                                                                                             | Перечень специализированной мебели, технических<br>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 | Ноутбук , Доска меловая , Вытяжной шкаф , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Столы , Стулья , Экран для проектора , Шторы затемненные (для проектора) , Пробирки , Стеклянные палочки , Держатели для пробирок , Спиртовки , Спектрофотометр , Пластины "Силуфол" , Пинцеты , Капилляры , Камеры для хромографирования , Эксикатор с иодом , 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.

