



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«МИРЭА — Российский технологический университет»

**РТУ МИРЭА**

---

---

**УТВЕРЖДАЮ**  
Первый проректор

\_\_\_\_\_ Н.И. Прокопов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1.6 «Биоорганическая химия»**

Научная специальность

### **1.4.9 «Биоорганическая химия»**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2025

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Биоорганическая химия» являются:

1. Расширение, обобщение и систематизация знаний и навыков в области современной биоорганической химии.
2. Формирование навыков по выбору оптимальных подходов к решению научно-исследовательских задач в области биоорганической химии и смежных наук.
3. Ознакомление с современными достижениями в области синтетических, биохимических и физико-химических методов для получения и анализа биологически активных соединений.

### **2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры**

Дисциплина «Биоорганическая химия» является обязательной дисциплиной образовательного компонента блока «Дисциплины (модули)» учебного плана научной специальности 1.4.9 «Биоорганическая химия».

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины «Биоорганическая химия»**

В ходе освоения дисциплины «Биоорганическая химия» идет дальнейшее формирование элементов (знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности) аспиранта:

способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, способность к пониманию основных проблем в своей предметной области, выбору методов и средств их решения;

способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой своих исследований;

способность анализировать состояние научно-технической проблемы, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований;

способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

предметную область биоорганической химии и современные методы исследования в предметной области: синтетические методы в биоорганической химии; методологические подходы, используемые для получения биологически активных соединений разных классов с потенциальным биомедицинским применением; конкретные методы, способы, средства и реагенты химического синтеза биологически активных веществ и их химической модификации.

Уметь:

основываясь на полученных теоретических знаниях методов биоорганической химии самостоятельно находить методы решения поставленных синтетических задач; выбирать оптимальные стратегические подходы, тактические приемы и методики для решения задач получения биологически активных веществ разных классов; выбирать исходные реагенты, подходящие защитные группы и методы активации для синтеза конкретных биологически активных веществ.

Владеть:

представлениями о методологии, стратегии и тактике проведения химического синтеза биологически активных соединений; способностью предложить химическую или биохимическую технологию для получения БАС различных классов и оценить ее эффективность.

#### 4. Содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Биоорганическая химия» составляет 3 зачетных единицы (108 акад. часов).

**4.1. Распределение объема дисциплины по разделам (темам), семестрам, видам учебной работы и формам контроля.**

№ раздела	Семестр	Неделя семестра	Объем (в акад. час.)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)  Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Всего	Контактная работа (по видам учебных занятий)				СР	Контроль		
				Всего	ЛК	ПР	СР под рук.				
1	4	1	4	2	2			2		Устное собеседование	
1	4	2	4	2		2		2	2	выполнение практических заданий	
1	4	3	4	2	2			2		Устное собеседование	
2	4	4	4	2		2		2	2	выполнение практических заданий	
2	4	5	4	2	2			2		Устное собеседование	
2	4	6	4	2		2		2	2	выполнение практических заданий	
2	4	7	4	2	2			2		Устное собеседование	
3	4	8	4	2		2		2	2	выполнение практических заданий	
3	4	9	4	2	2			2		Устное собеседование	
4	4	10	4	2		2		2	2	выполнение практических заданий	
4	4	11	4	2	2			2		Устное собеседование	
5	4	12	4	2		2		2	2	выполнение практических заданий	
5	4	13	4	2	2			2		Устное собеседование	
5	4	14	4	2		2		2	2	выполнение практических заданий	

№ раздела	Семестр	Неделя семестра	Объем (в акад. час.)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)  Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
			Всего	Контактная работа (по видам учебных занятий)				СР	Контроль	
				Всего	ЛК	ПР	СР под рук.			
6	4	15	4	2	2			2		Устное собеседование
6	4	16	4	2		2		2	2	выполнение практических заданий
6	4	17	4	2	2			2		Устное собеседование
6	4	18	4	2		2		2	4	выполнение практических заданий
По материалам курса			16						16	Экзамен
Всего в 4 семестре:			108	36	18	18	0	36	36	
Всего:			108	36	18	18	0	36	36	

#### 4.2. Наименование и содержание разделов дисциплины

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
1	Аминокислоты, пептиды и белки.	Аминокислоты, пептиды и белки. Нахождение в природных объектах. Классификация. Физико-химические и биологические свойства. Новые тенденции в химии пептидов. Полимеры и якорные группы. Защитные группы для твердофазного синтеза пептидов. Химические методы синтеза длинных пептидов — фрагментная конденсация и хемиоспецифическая лигация. Современные методы создания биоконъюгатов на основе белков. Антимикробные пептиды: направления действия и перспективы практического применения. Антимикробные пептиды (АМП), обладающие антибактериальной, противовирусной и антигрибковой активностью. Структура и механизмы действия АМП на липидную мембрану и внутриклеточные мишени патогенов. Перспективы практического использования антимикробных пептидов.
2	Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты	Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты. Нуклеозиды и нуклеотиды — предшественники нуклеиновых кислот. Типы и биологические функции нуклеиновых кислот. Уровни структурной организации нуклеиновых кислот. Использование нуклеиновых кислот в медицине. Генная терапия. Области применения генной терапии. Преимущества генно-терапевтического подхода перед традиционной химиотерапией. Биологические барьеры на пути следования «терапевтического» гена. Современные подходы к конструированию транспортных средств

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
		переноса генов. Разновидности лечебных генов. Антисмысловая генная терапия. Особенности терапевтических генов для лечения различных заболеваний: наследственных, онкологических, вирусных и др.
3	Углеводы и полисахариды.	Углеводы, полисахариды. Нахождение в природных объектах. Классификация. Номенклатура. Классические и современные методы создания гликозидной связи. Углеводсодержащие смешанные биополимеры. Клеточные механизмы узнавания углеводов. Роль углеводных систем при межклеточных взаимодействиях. Области применения неогликоконъюгатов. Неогликоконъюгаты в биотехнологии и медицине. Вакцины на основе гликоконъюгатов. Противовирусные средства. Неогликоконъюгаты в материаловедении.
4	Липиды и биологические мембраны.	Липиды. Нахождение в природных объектах. Классификация. Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). Метаболизм ПНЖК (биосинтез и ферментативное окисление). Биологическая роль, биосинтез и способы идентификации ПНЖК. Каскад окисления арахидоновой кислоты. Полиненасыщенные жирные кислоты как терапевтические средства. Развитие понятия «незаменимые жирные кислоты». Роль ПНЖК в лечении кожных заболеваний. Липиды с простой эфирной связью. Фосфорсодержащие глицеролипиды с простой эфирной связью. Липидный биорегулятор — фактор активации тромбоцитов. Бесфосфорные катионные глицеролипиды алкильного типа. Структурные модификации катионных глицеролипидов с простой эфирной связью. Глицеролипиды с простой эфирной связью как противоопухолевые агенты. Особенности строения биологических мембран. Биохимические процессы с участием биологических мембран.
5	Биоорганическая фотохимия	Область биоорганической фотохимии. Порфирины как фотосенсибилизаторы. Процессы, протекающие при взаимодействии света с компонентами живой материи. Основные механизмы. Возможности их применения в искусственных системах медицинского, биохимического и технического назначения. Новейшие достижения в области создания супрамолекулярных светочувствительных систем для выполнения таких специфических функций как фотоиндуцируемый перенос энергии и электрона в процессе преобразования

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
		солнечной энергии. Фотосенсибилизация лекарств, фотонацеливаемая доставка и активация действия лекарств в желаемом месте. Фотоиндуцируемое переключение электрических сигналов. Фотоиндуцируемые структурные измерения (фотоизомеризующиеся системы, молекулярные провода и сенсоры).
6	Современные физико-химические методы исследований в биоорганической химии	<p>Общая характеристика спектроскопических методов и их классификация. Молекулярные спектральные методы. Молекулярно-абсорбционный анализ в ультрафиолетовой и видимой областях спектра. Фурье-спектроскопия в ИК-области. Качественный анализ по ИК-спектрам. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Методы дисперсия оптического вращения и кругового дихроизма. Применение в исследовании биополимеров и оптически активных молекул: определение вторичной структуры биополимеров. Флуоресценция и электронные переходы. Особенности строения флуорофоров. Факторы, влияющие на квантовый выход. Гашение флуоресценции. Использование флуоресцентных зондов для введения меток в биомолекулы. Конфокальная флуоресцентная микроскопия. Изучение транспорта лекарственных препаратов в клетки.</p> <p>Масс-спектрометрия: способы ионизации и теоретический расчет молекулярного иона. Фрагментация молекулярных ионов при масс-спектрометрии. Подходы к установлению структуры веществ по масс-спектрам.</p> <p>Применение ЯМР в биоорганической химии, преимущества и недостатки метода. Основные характеристики спектра ЯМР. Практическая реализация ЯМР. Сравнительная оценка физико-химических методов анализа. Комплексный подход к определению структуры и индивидуальности, биологической активности соединений, используемых для создания лекарственных препаратов. Подходы к анализу молекулярной организации и химического состава конъюгатов и наносистем. Перспективы использования физико-химических методов в биоорганической химии, фармацевтике и медицине.</p>

#### 4.3. Лабораторные работы (ЛБ)

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.4. Практические занятия (ПР)

№ п/п	Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (в акад. ч)
1	1	Химические методы синтеза пептидов. Перспективы практического использования пептидов и белков.	2
2	2	Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты. Методология синтеза и модификации. Использование нуклеиновых кислот в медицине. Генная терапия. Современные подходы к конструированию транспортных средств переноса генов.	4
3	3	Современные методы создания гликозидной связи. Области применения полисахаридов и гликоконъюгатов.	2
4	4	Липиды и жирные кислоты. Методы получения и биологические свойства. Биохимические процессы с участием биологических мембран.	2
5	5	Биоорганическая фотохимия: физико-химические процессы, механизмы и современные достижения. Фотосенсибилизация лекарств, фотонацеливаемая доставка и активация действия лекарств в желаемом месте. Использование флуоресцентной спектроскопии для изучения взаимодействия лигандов с молекулами-мишенями.	4
6	6	Подтверждение структуры соединений методами УФ— и ИК-спектроскопии. Определение концентрации веществ из данных электронных спектров. Методы ионизации в масс-спектрометрии: электронный удар, химическая ионизации, десорбция электрическим полем, MALDI и ESI ионизации. Сравнительная оценка методов ионизации. Определение брутто-формулы. Анализ масс-спектров на примерах. Практическая реализация метода ЯМР в биоорганической химии. Программы для работы со спектрами.	4
<b>Всего:</b>			<b>18</b>

## 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок и сроки ее выполнения:

подготовка к лекциям и практическим занятиям с использованием конспекта лекций, материалов практических занятий и приведенных ниже (п 8.1 и 8.2) источников (в соответствии с расписанием занятий);

оформление отчетов по выполненным практическим заданиям и теоретическая подготовка к их сдаче (в соответствии с расписанием занятий).

Перечень вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации — в соответствии с тематикой дисциплины.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Описание показателей и критериев оценивания знаний, умений и владений на различных этапах их формирования, описание шкал оценивая

#### 6.1.1. Показатели и критерии оценивания, используемые шкалы оценивания

Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания	Шкалы оценивания
Умение	Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов	<i>Текущий контроль:</i> выполнение устных/письменных заданий, тестирование  <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 1
Знание	Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса	<i>Текущий контроль:</i> выполнение устных/письменных заданий, тестирование  <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 1
Владение	Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности	<i>Текущий контроль:</i> выполнение практического задания, тестирование  <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 2

#### 6.1.2. Описание шкал оценивания степени сформированности знаний, умений и владений

##### *Шкала 1.* Оценка сформированности знаний, умений и владений

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений		
Цифр.	Оценка	Знать	Уметь	Владеть
1	Неудовлетворительно	Отсутствие знаний	Отсутствие умений	Отсутствие навыков
2	Неудовлетворительно	Фрагментарные знания	Частично освоенное умение	Фрагментарное применение
3	Удовлетворительно	Общие, но не структурированные знания	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение	В целом успешное, но не систематическое применение
4	Хорошо	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы	В целом успешное, но содержащие	В целом успешное, но содержащее



Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений		
Цифр.	Оценка			
		<b>Знать</b> знания	<b>Уметь</b> отдельные пробелы умение	<b>Владеть</b> отдельные пробелы применение навыков
5	Отлично	Сформированные систематические знания	Сформированное умение	Успешное и систематическое применение навыков

**Шкала 2.** Комплексная оценка сформированности знаний, умений и владений

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений
Цифр.	Оценка	
1	Неудовлетворительно	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале
2	Удовлетворительно или неудовлетворительно (по усмотрению преподавателя)	Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Субъект учения знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает их в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения
3	Удовлетворительно	Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях
4	Хорошо	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения
5	Отлично	Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания учебной дисциплины, его значимость в содержании учебной дисциплины

**6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы,** необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования знаний, умений и владений в процессе

освоения образовательной программы.

**Типовые вопросы и задания для текущего контроля** (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках текущего контроля по дисциплине) по разделам дисциплины

***Примеры вопросов по теме 1:***

- Какие химические методы пептидного синтеза вам известны?
- Какие используются методы защиты функциональных групп аминокислот?
- Перечислите способы создания пептидной связи в растворе и на твердой фазе.
- Охарактеризуйте известные способы создания пептидной связи на твердой фазе.
- Какова общая стратегия определения структуры белков?
- Какие вам известны способы фрагментной конденсации пептидов в растворе?
- Какие физико-химические методы используют при определении первичной структуры пептидов

***Пример практических заданий по теме 1:***

- Спланируйте и осуществите синтез пептида с использованием стратегии твердофазного синтеза (*аспирантам выдаются индивидуальные задания на синтез короткого пептида конкретного строения*).
- Продемонстрируйте на примерах химические методы расщепления полипептидной цепи по остаткам метионина, триптофана, цистеина и по связям Asn-Gly и Asp-Pro.
- Охарактеризуйте уровни пространственной организации белков и сравните типы взаимодействий, определяющих пространственную структуру полипептидов.
- Дайте характеристику методов исследования пространственной структуры полипептидов

***Примеры вопросов по теме 2:***

- Перечислите основные методы создания межнуклеотидных связей.
- Какие существуют методы определения первичной структуры нуклеиновых кислот?
- Какие вам известны методы направленной ферментативной деградации нуклеиновых кислот?
- Что такое ПЦР?
- Общая характеристика процесса реализации генетической информации у прокариотов.
- Каковы особенности процесса репликации у прокариотов и эукариотов?
- Сравните процессы транскрипции и трансляции у прокариотов и эукариотов?

– Укажите принципиальные схемы, ферменты и другие белковые участники процесса трансляции.

***Примеры практических заданий по теме 2:***

– Опишите подходы к определению первичной структуры нуклеиновых кислот.

– Продемонстрируйте на конкретных примерах основные подходы к химическому замыканию межнуклеотидной связи: фосфодиэфирный, фосфотриэфирный, амидофосфитный, гидрофосфонатный методы (аспирантам выдаются индивидуальные задания).

– Предложите способы конструирования векторов для проведения трансляции чужеродной ДНК в бактериях. В чем заключаются основные проблемы экспрессии чужеродных генов?

***Примеры вопросов по теме 3:***

– Методы изучения строения полисахаридов

– Какие существуют методы изучения строения олигосахаридов?

– Что такое лектины?

– Охарактеризуйте методы выделения и очистки лектинов.

– Что такое гликоконъюгаты? Опишите их строение, приведите примеры.

– Перечислите биологические функции полисахаридов.

– Что такое гликозидазы и гликозилтрансферазы? Как их используют в изучении структуры и функции углеводов и гликоконъюгатов?

***Примеры практических заданий по теме 3:***

– Выберите химические методы для осуществления полного синтеза 2-дезоксисахаров и покажите их использование на конкретном примере (аспирантам выдаются индивидуальные задания на синтез 2-дезоксисахаров конкретного строения).

– Покажите на конкретных примерах как проводится химический синтез олигосахаридов (аспирантам выдаются индивидуальные задания).

***Примеры вопросов по теме 4:***

– Приведите современную химическую классификацию природных липидов.

– Строение, классификация и физико-химические свойства липидов.

– Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, их биосинтез, биологическая роль.

– Охарактеризуйте возможные подходы к получению полиненасыщенных жирных кислот.

– Методы синтеза фосфолипидов

– Как используются липолитические ферменты в синтезе и модификации липидов?

– Какие функции выполняют в клетке биологические мембраны?

***Примеры практических заданий по теме 4:***

– Продемонстрируйте на конкретных примерах взаимосвязь структуры и биологической активности липидов с простой эфирной связью (*аспирантам выдаются индивидуальные задания по липидам различных классов*).

– Предложите методы синтеза природных липидов (*аспирантам выдаются индивидуальные задания по липидам различных классов*).

– Предложите методы синтеза липидов не природной структуры (*аспирантам выдаются индивидуальные задания по липидам различных классов*).

– Продемонстрируйте использование липолитических ферментов на примерах синтеза фосфолипидов.

#### ***Примеры вопросов по теме 5:***

– Проведите классификацию природных тетрапиррольных соединений

– Биологические функции гемоглобина и цитохромов

– Какие процессы могут происходить после поглощения кванта света молекулами пигментов?

– Перечислите условия, необходимые для осуществления переноса энергии.

– Приведите примеры модельных фотосинтетических двухкомпонентных систем на основе порфиринов.

– Приведите примеры модельных фотосинтетических многокомпонентных систем на основе порфиринов и других соединений.

#### ***Примеры практических заданий по теме 5:***

– Предложите подходы к синтезу различных производных порфиринов (*аспирантам выдаются индивидуальные задания*).

– Продемонстрируйте примеры модельных фотосинтетических двух— и мно-гокомпонентных систем на основе порфиринов.

– Какие можно предложить подходы к увеличению времени жизни состояния с разделенными зарядами в искусственных фотосинтетических системах?

#### ***Примеры вопросов по теме 6:***

– Охарактеризуйте методы флуоресцентной спектроскопии.

– Что такое флуоресцентные зонды и как их вводят в состав образца?

– Перечислите факторы, влияющие на квантовый выход флуоресценции

– Когда происходит гашение флуоресценции?

– Для каких целей используют этот метод?

– Какие флуоресцентные зонды используются в биоорганической химии?

– Какие физико-химические методы используют для изучения гибридных систем?

– Какие характеристики позволяет оценить метод атомно-силовой микроскопии?

– Какие методы микроскопии используются для изучения БАС и их

конъюгатов?

– Какими методами можно установить размеры наночастиц в растворах и на поверхности?

***Примеры практических заданий по теме 6:***

– Проанализируйте предложенные ИК-спектры органических соединений.

– Наблюдается ли на данном ИК-спектре сигналы карбоксильной группы? Какому из предложенных соединений соответствует ИК-спектр? (спектр и формулы соединений прилагаются)

– Предложите и обоснуйте выбор ряда физико-химических методов для установления строения и активности фермента пептидной природы.

– Выполните отнесение сигналов в протонном спектре ЯМР 3-гидрокси-4-нитробензальдегида (спектр прилагается)

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену** (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках промежуточной аттестации по дисциплине).

1. Химический синтез пептидов, методы защиты функциональных групп.

2. Создание пептидной связи: методы смешанных ангидридов, активированных эфиров, карбодиимидный и карбоксиангидридный.

3. Твердофазный синтез пептидов.

4. Ферментативный синтез и полусинтез пептидов и белков.

5. Общая стратегия определения первичной структуры белков.

6. Химические методы расщепления полипептидной цепи по остаткам метионина, триптофана, цистеина и по связям Asn-Gly и Asp-Pro.

7. Последовательная деградация пептидов по методу Эдмана с идентификацией фенилтиогидантоинов и дансиламинокислот.

8. Анализ расположения сульфгидрильных групп и дисульфидных связей в белках.

9. Использование масс-спектрометрии при определении первичной структуры пептидов.

10. Химическая модификация белков. Задачи, решаемые с помощью химической модификации.

11. Специфическая модификация  $\alpha$ - и  $\epsilon$ -аминогрупп в белках.

12. Методы идентификации модифицированных аминокислотных остатков с помощью флуоресцентных, спиновых и фотоаффинных меток.

13. Пространственная структура белков. Электронное строение и конфигурация пептидной связи. Карты Рамачандрана.

14. Вторичная структура пептидов и белков:  $\alpha$ --спираль, параллельная и антипараллельная  $\beta$ -структуры,  $\beta$ -изгиб.

15. Круговой дихроизм и дисперсия оптического вращения как методы определения вторичной структуры белков.

16. Сверхвторичная структура белков.
17. Третичная структура белков. Денатурация и ренатурация белков.
18. Рентгеноструктурный анализ как метод изучения пространственного строения белков.
19. Ядерный магнитный резонанс как метод исследования конформации пептидов и белков в растворах.
20. Методы исследования четвертичной структуры. Примеры субъединичных структур.
21. Биологическая роль белков. Ферменты. Классификация.
22. Принципы ферментативной кинетики. Ингибиторы и активаторы ферментов.
23. Нуклеозиды и нуклеотиды как компоненты нуклеиновых кислот — структура, стереохимия, физические свойства.
24. Химические свойства нуклеотидов.
25. Стратегия определения первичной структуры нуклеиновых кислот.
26. Методы введения радиоактивной метки в НК (мечение *in vivo*; терминальное и множественное мечение *in vitro*).
27. Метод блуждающего пятна (фингерпринт по Сенгеру).
28. Метод Максама-Гилберта (химическое секвенирование).
29. Метод дидезокситерминаторов Сенгера (ферментативное секвенирование).
30. Основные этапы воспроизведения и экспрессии генетической информации - репликация, транскрипция, трансляция.
31. Генетический код - основные характеристики.
32. Механизмы репликации ДНК.
33. Процесс транскрипции и его регуляция.
34. Основные этапы трансляции и принципы ее регуляции. Рибосомы.
35. Методы направленной ферментативной деградации нуклеиновых кислот. Классификация нуклеаз.
36. Использование экзо- и эндонуклеаз для секвенирования нуклеиновых кислот.
37. Использование ПЦР для секвенирования ДНК, генетической рекомбинации *in vitro*, идентификации точечных мутаций.
38. Основные подходы к созданию межнуклеотидной связи (фосфодиэфирный, фосфотриэфирный, амидофосфитный, гидрофосфонатный методы).
39. Олигосахариды. Определение и номенклатура. Химический синтез олигосахаридов.
40. Методы изучения строения олигосахаридов: химические, физико-химические, энзиматические.
41. Полисахариды. Методы изучения строения полисахаридов: химические, физико-химические, энзиматические.
42. Растительные полисахариды: целлюлоза, крахмал (амилоза,

амилопектин).

43. Полисахариды животного происхождения: гликоген, хитин, гликозаминогликаны, гепарин. Биологические функции полисахаридов.

44. Липополисахариды бактерий. Гликопротеины и протеогликаны: строение углеводных цепей и их биологические функции.

45. Гликозидазы и гликозилтрансферазы, использование в изучении структуры и функции углеводов и гликоконъюгатов. Экзо- и эндогликозидазы.

46. Лектины клеток животных: рецептор гепатоцитов, селектины, коллектины; функции лектинов.

47. Строение и классификация липидов. Физико-химические свойства, роль в живом организме. Методы исследования.

48. Нейтральные липиды. Функции в организме. Жиры и другие липиды в промышленности.

49. Холестерин, его особая роль в организме. Липопротеины крови, их функции.

50. Жирные кислоты, их биосинтез, биологическая роль; незаменимые жирные кислоты.

51. Простагландины и родственные вещества; каскад полиненасыщенных жирных кислот.

52. Основные и минорные фосфолипиды, их биосинтез и биологическая роль. Фосфолипазы.

53. Гликолипиды: гликозилдиглицериды, цереброзиды, ганглиозиды, их функции в организме.

54. Полный и частичный химический синтез липидов, ферментативные методы.

55. Модифицирование природных липидов в целях получения веществ, несущих метку (радиоактивную, спиновую, флуоресцентную и др.).

56. Молекулярная организация биологических мембран, модели и основные типы мембран.

57. Методы изучения мембран: спектральные, микроскопические, ферментативные, химические и др.

58. Мембранные белки - периферические и интегральные. АТФазы, цитохром Р-450. Реконструкция активных мембранных систем.

59. Пассивный транспорт в мембранах; диффузия воды, ионов и низкомолекулярных веществ. Ионифоры и каналобразователи.

60. Активный транспорт, транспортные АТФ-азы.

61. Химическая структура и восстановленные формы порфиринов. Спектры порфиринов.

62. Физико-химические свойства порфиринов, металлопорфиринов.

63. Методы выделения и разделения порфиринов.

64. Подходы к синтезу порфиринов: а) из монопирролов; б) из дипиррилметенов; в) из незамкнутых тетрапиррольных соединений.

65. Хромопротеиды: гемоглобин, миоглобин, цитохромы а, b, с. И их

биологические функции.

66. Хлорофилл и хлорофиллсодержащие белки в фотосистемах I и II. Фотоиндуцированный перенос энергии и электрона.

67. Классификация и общая характеристика спектроскопических методов.

68. Молекулярные спектральные методы и их использование в биоорганической химии.

### **6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.**

Процедуры и средства оценивания элементов знаний, умений и владений по дисциплине «Биоорганическая химия»

Процедура проведения	Средство оценивания				
	Текущий контроль				Промежуточный контроль
	Выполнение устных заданий	Выполнение письменных заданий	Выполнение практических заданий	Выполнение тестовых заданий	Экзамен
Продолжительность контроля	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	В соответствии с принятыми нормами времени
Форма проведения контроля	Устный опрос	Письменный опрос	Письменный опрос	Письменный опрос	В письменной форме
Вид проверочного задания	Устные вопросы	Письменные задания	Практические задания	Письменный опрос	Экзаменационный билет
Форма отчета	Устные ответы	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме
Раздаточный материал	Нет	Справочная литература	Справочная литература	Справочная литература	Справочная литература

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина «Биоорганическая химия» предусматривает лекции и практические занятия. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое занятие и указания на самостоятельную работу.

При подготовке к лекционным занятиям аспирантам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к



преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности аспирантов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию аспиранты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям аспирантам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Аспирантам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Аспиранты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу экзаменационной сессии не допускаются к экзамену.

## **8. Ресурсное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

#### **а) основная литература:**

1. Методы синтеза биологически-активных и лекарственных веществ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / У.А. Буданова, Н.В. Коновалова, Ю.Л. Себякин. — М.: РТУ МИРЭА, 2022. — Электрон. опт. диск (ISO)
2. Краткий курс химии углеводов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Шмендель, П. А. Пучков, М.А. Маслов. — М.: РТУ МИРЭА, 2024. — Электрон. опт. диск (ISO)
3. Инструментальные методы исследования в биоорганической химии. Ч. 1. [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.А. Жданова. — М.: РТУ МИРЭА, 2024. — Электрон. опт. диск (ISO)

4. Защитные группы в пептидном синтезе. Защита α-аминогруппы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Коновалова. — М.: РТУ МИРЭА, 2022. — Электрон. опт. диск (ISO)
5. Мембранология. Ч.1. Структура и роль биологических мембран. Свойства липидных компонентов мембран [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.А. Брагина. — М.: РТУ МИРЭА, 2021. — Электрон. опт. диск (ISO)
6. Основы биохимии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.А. Брагина, К.А. Жданова. — М.: РТУ МИРЭА, 2019. — Электрон. опт. Диск (ISO)

**б) дополнительная литература:**

1. Клетки. / Под ред. Б. Льюин и др. — М.: «Бином», 2010, 952 с.
2. Наглядная биохимия [Электронный ресурс] / Кольман Я., Рём К.-Г. — 2000. — 469 с. — Электрон. публикация <https://library.mirea.ru/ebooks/9330>
3. Биохимия человека [Электронный ресурс] / Марри Р., Греннер Д., Мейес П. — 1993. — 384 с. — Электрон. публикация <https://library.mirea.ru/ebooks/9339>.
4. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера (в 3-х томах). Т.1: Строение и катализ — М.: Лаборатория знаний, 2017. — 694 с.
5. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера (в 3-х томах). Т.2: Биоэнергетика и метаболизм — М.: Бином, 2014. — 636 с.
6. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера (в 3-х томах). Т.3: Пути передачи информации — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. — 448 с.
7. Биохимия человека [Электронный ресурс] / Марри Р., Греннер Д., Мейес П. — 1993. — 415 с. — Электрон. публикация <https://library.mirea.ru/ebooks/9340>
8. Инструментальные методы исследования в химической технологии биологически активных веществ [Электронный ресурс] : методические рекомендации / И.В. Иванов, В.М. Липенский, М.А. Маслов [и др.] . — М.: РТУ МИРЭА, 2023 . — Электрон. опт. диск (ISO)
9. Основы иммунологии и вирусологии [Электронный ресурс] : учебно-метод. пособие / Ю. Л. Себякин . — М.: МИРЭА, 2017. — Электрон. опт. диск (ISO)
10. Программные продукты в химии биологически активных соединений [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / П. А. Пучков, М. А. Маслов . — М.: РТУ МИРЭА, 2023 . — Электрон. опт. диск (ISO)
11. Маслов М.А., Коновалова Н.В. Строение нуклеиновых кислот, Учебное пособие. — М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2014.

**8.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимые для освоения дисциплины**

1. <http://library.mirea.ru/>  
научно-техническая библиотека РТУ МИРЭА
2. <https://e.lanbook.com/>  
электронно-библиотечная системы (ЭБС) Издательства «Лань»

**8.3. Информационные технологии,** используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

- пакет офисных программ Microsoft Office;
- пакет офисных программ LibreOffice;
- среда для разработки программного обеспечения Qt Creator 5.6.

**8.4. Материально-техническая база,** необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

- учебная аудитория;
- компьютерный класс.