

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП  
Н.А. Ломтева

«20» июня 2024г.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
фундаментальной биологии  
Н.А. Ломтева  
«20» июня 2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Физико-химические методы анализа белков и нуклеиновых кислот»

Составитель	Ступин В.О., к.б.н., ст. преподаватель
Направление подготовки / специальность	06.03.01 Биология
Направленность (профиль) ОПОП	Медико-биологические науки
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очно-заочная
Год приёма	2022
Курс	3
Семестр	5

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**1.1. Целями освоения дисциплины «Физико-химические методы анализа белков и нуклеиновых кислот»** является формирование у студентов знаний о биологически-активных веществах природного происхождения на молекулярном уровне, сведений о строении и функционировании органических веществ разного происхождения (бактерии, растения, животные).

### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- Сформировать знания по строению основных классов белков и нуклеиновых кислот;
- Определить участие органических соединений в организации биологических структур клеток, тканей, органов.
- Раскрыть биохимические основы белков и нуклеиновых кислот в организме, молекулярные основы нарушений обменных процессов.
- Раскрыть значимость физико-химических исследований в диагностике и прогнозе заболеваний, а также в контроле эффективности лечебных мероприятий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

**2.1. Учебная дисциплина «Физико-химические методы анализа белков и нуклеиновых кислот»** относится к факультативным дисциплинам и осваивается в 5-м семестре.

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):** Аналитическая химия, Органическая химия, Физика

**Знания:** закономерности взаимосвязей между физиологическими и биохимическими процессами в организме и изменением состава компонентов его клеток и биологических жидкостей.

**Умения:** Биохимические показатели метаболических процессов в организме человека, используемые в клинической медицине. Применение биохимических анализов. Методы исследования глюкозы в крови.

**Навыки:** Биохимическое определение белков плазмы и других жидких сред организма. Биохимические исследования липидов и липопротеидов.

**2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):** Молекулярная биология, Биофизика

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

- а) общекультурных: -
- б) общепрофессиональных: -
- в) профессиональной: ПК-2

**Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения**

Код	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
-----	--

И наименование компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-2 Способен проводить работы по отбору и учету образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды	ИПК-2.1. Физико-химические, химические, микробиологические характеристики отбираемых лекарственных средств, а также способы отбора образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды.	ИПК-2.2. Пользоваться инструментами и приборами, необходимыми для отбора образцов лекарственных средств и исходного сырья.	ИПК-2.3. Выполнение требуемых операций (манипуляций) по отбору образцов и их маркировки в соответствии с установленными процедурами.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объём дисциплины (модуля) составляет 2 зачётные единицы (72 часа), в том числе 18 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 0 часов – лекции, 18 часов – практические, семинарские занятия, 0 часов – лабораторные работы), и 54 часа – на самостоятельную работу обучающихся.

**Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Тема 1. Хроматография как один из самых ценных методов исследования аминокислот	5		3			9	Рефераты, семинары, вопросы к зачету
Тема 2. Электрофорез			3			9	Рефераты, семинары, вопросы к зачету
Тема 3. Микроскопия			3			9	Рефераты, семинары, вопросы к зачету
Тема 4. Флуоресценция			3			9	Рефераты, семинары,

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
							вопросы к зачету
Тема 5. Рентгеноструктурный анализ			3			9	Рефераты, семинары, вопросы к зачету
Тема 6. Масс-спектрометрия			3			9	Рефераты, семинары, вопросы к зачету
<b>Итого: 72</b>			<b>18</b>			<b>54</b>	

*Примечание:* Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

**Таблица 3 – Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции				Общее количество компетенций
		ПК-2	...	...	...	
Тема 1. Хроматография как один из самых ценных методов исследования аминокислот	12	+				1
Тема 2. Электрофорез	12	+				1
Тема 3. Микроскопия	12	+				1
Тема 4. Флуоресценция	12	+				1
Тема 5. Рентгеноструктурный анализ	12	+				1
Тема 6. Масс-спектрометрия. Основные принципы образования масс-спектра.	12	+				1
<b>Итого: 72</b>	<b>72</b>					1

### Краткое содержание каждой темы дисциплины

#### 1. Хроматография как один из самых ценных методов исследования аминокислот

Принципы хроматографического разделения. Типы хроматографии, применяемые в биохимии. Ионообменная хроматография. Матрицы. Заряженные группы. Емкость и разрешающая способность сорбентов. Гель-проникающая хроматография. Сорбенты. Режимы хроматографии. Жидкостная хроматография высокого давления. Типы. Области применения. Высокоэффективная тонкослойная хроматография. Аффинная хроматография. Принцип. Типы лигандов. Способы элюции. Матрицы. Способы присоединения лигандов. Лиганды групповой специфичностью: лектины, красители, олигонуклеотиды, белок А. Гидрофобная хроматография. Металлхелатная хроматография. Иммуноаффинная хроматография.

## 2. Электрофорез

Принципы электрофоретического разделения макромолекул. Типы электрофореза (по носителю, технике проведения и типу приборов). Электрофорез в агарозном и полиакриламидном геле. Электрофорез в денатурирующих и неденатурирующих условиях. Визуализация биомолекул в геле. Ступенчатый (disc)-электрофорез. Двумерный электрофорез. Блоттинг: принцип, разновидности, применение. Особенности электрофореза нуклеиновых кислот (размер молекул, наличие вторичной структуры, одно/двухцепочечные и линейные/кольцевые молекулы). Электрофорез олигонуклеотидов. Разделение топоизомеров. Сиквенсный гель нуклеиновых кислот. Выделение нуклеиновых кислот с геля. Электрофорез белков по Лэммли. Изоэлектрофокусирование белков. Торможение в геле для изучения комплексов белков с нуклеиновыми кислотами.

## 3. Микроскопия

Электронная микроскопия. Принципы работы электронного микроскопа. Методы изучения макромолекулярных комплексов. Изучение вирусных частиц с помощью метода негативного контраста. Методы ультраструктурного изучения клеток. Подготовка образцов для ультраструктурного изучения, фиксация, обезвоживание и заключение в заливочные среды, получение ультратонких срезов и их контрастирование, современные методы подготовки образцов.

## 4. Флуоресценция Классификация явлений люминесценции.

Синглетные и триплетные уровни молекулы. Спектры флуоресценции и возбуждения. Правило Стокса. Квантовые выходы. Тушение флуоресценции. Миграция энергии возбуждения (FRET). Время жизни возбужденного состояния. Поляризация флуоресценции. Измерение флуоресценции. Собственная флуоресценция белков. Флуоресценция тирозин- и триптофан-содержащих белков. Изучение конформации белков, взаимодействия с другими молекулами, локализации флуорофоров, сворачивания-разворачивания белков. Внесенная флуоресценция, характеристика флуоресцентных меток и зондов, определение их микроокружения. Использование флуоресцентных меток, для изучения структуры белков и их взаимодействия с лигандами. Иммунофлуоресцентный анализ. Зеленый флуоресцирующий белок (GFP) и его аналоги. Структура флуорофора. Области применения GFP-подобных белков. Флуоресценция модифицированных производных НК: связь со структурой НК и исследование их взаимодействия с белками. Флуоресцирующие красители: их использование для детекции и сиквенса НК, при изучении гибридизации олигонуклеотидов и для ПЦР в реальном времени. Характеристика неканонических форм НК по флуоресценции эксимеров. Использование FRET для определения расстояния между флуорофорами в биомолекулах. Определение констант диссоциации комплексов биомолекул по поляризации флуоресценции.

## 5. Рентгеноструктурный анализ Назначение метода и основные результаты его применения в области структурной биологии.

Принцип рентгеноструктурного эксперимента. Принципы и приемы кристаллизации. Использование синхронного и других видов рентгеновского излучения. Фазовая проблема и методы ее решения. Метод изоморфных замещений. Метод молекулярных замещений. Разрешение структуры. Ограничения метода. Использование вычислительной техники в рентгеноструктурных исследованиях. Методы уточнения структуры. Основные направления современных рентгеноструктурных исследований. Анализ пространственных структур биополимеров. Приемы исследования динамики в кристалле. Исследование надмолекулярных комплексов – белок-белковых, белок-НК, вирусов, рибосом.

## 6. Масс-спектрометрия Основные принципы образования масс-спектра.

Процессы ионизации и принципиальные схемы масс-спектрометров. Понятие о ESI- и MALDI-масс-спектрометрии. Чувствительность этих методов и их сравнительная оценка. Задачи, решаемые с помощью ESI-MS и MALDI-MS: определение молекулярных масс и структуры синтетических и выделенных из природных объектов биополимеров; исследование свертывания белков, нековалентных комплексов, первичной структуры биополимеров; анализ генома человека.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)**

Основные формы занятий по данной дисциплине являются лекционные и практические (семинарские) занятия.

**Лекция** представляет собой систематичное, последовательное устное изложение преподавателем определенного раздела учебной дисциплины. Слушание лекции предполагает активную мыслительную деятельность студентов, главная задача которых - понять сущность рассматриваемой темы, уловить логику рассуждений лектора; размышляя вместе с ним, оценить его аргументацию, составить собственное мнение об изучаемых проблемах и соотнести услышанное с тем, что уже изучено. При этом студент должен конспектировать (делать записи) изложенный в лекции материал. Ведение конспектов является творческим процессом и требует определенных умений и навыков. Целесообразно следовать некоторым практическим советам: формулировать мысли кратко и своими словами, записывая только самое существенное; учиться на слух отделять главное от второстепенного; оставлять в тетради поля, которые можно использовать в дальнейшем для уточняющих записей, комментариев, дополнений; постараться выработать свою собственную систему сокращений часто встречающихся слов (это дает возможность меньше писать, больше слушать и думать). Сразу после лекции полезно просмотреть записи и по свежим следам восстановить пропущенное и дописать в конспект. Важно уяснить, что лекция - это не весь материал по изучаемой теме, который дается студентам для его «зубрежки». Прежде всего, это – «путеводитель» студентам в их дальнейшей самостоятельной учебной и научной работе.

**Практическое (семинарское) занятие** - это форма учебно-теоретических занятий, которая, как правило, служит дополнением к лекционному курсу. Его отличительной особенностью является активное участие самих студентов в объяснении вынесенных на рассмотрение проблем, вопросов. Преподаватель дает возможность студентам свободно высказаться по обсуждаемому вопросу и только помогает им правильно построить обсуждение. Студенты заблаговременно знакомятся с планом семинарского занятия и литературой, рекомендуемой для изучения данной темы, чтобы иметь возможность подготовиться к семинару. При подготовке к занятию необходимо: проанализировать его тему, подумать о цели и основных проблемах, вынесенных на обсуждение; внимательно прочитать конспект лекции по этой теме; изучить рекомендованную литературу, делая при этом конспект прочитанного или выписки, которые понадобятся при обсуждении на семинаре; постараться сформулировать свое мнение по каждому вопросу и аргументировано его обосновать. Практическое (семинарское) занятие помогает студентам глубоко овладеть предметом, способствует развитию умения самостоятельно работать с учебной литературой и документами, освоению студентами методов научной работы и приобретению навыков научной аргументации, научного мышления. Преподавателю же работа студентов на семинаре позволяет судить о том, насколько успешно они осваивают материал курса.

## 5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 54 часа.

### Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшей составной частью учебного процесса. Самостоятельная работа представляет собой осознанную познавательную деятельность обучающихся, направленную на решение задач, определенных преподавателем.

В ходе самостоятельной работы обучающийся решает следующие задачи:

- самостоятельно применяет в процессе самообразования учебно-методический комплекс, созданный профессорско-преподавательским составом института в помощь;
- изучает учебную литературу, углубляет и расширяет знания, полученные на лекциях;
- осуществляет поиск ответов на обозначенные преподавателем вопросы и задачи;
- самостоятельно изучает отдельные темы и разделы учебных дисциплин;
- самостоятельно планирует процесс освоения материала в сроки, предусмотренные графиком учебно-экзаменационных сессий на очередной учебный год;
- совершенствует умение анализировать и обобщать полученную информацию;

Самостоятельная работа включает все ее виды, выполняемые в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС) и рабочим учебным планом:

- подготовку к текущим занятиям;
- изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельное изучение; кроме того, выполнение индивидуальных домашних заданий, рефератов, выполнение других индивидуально полученных заданий или предложенных по личной инициативе обучающегося.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

**Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1. Хроматография как один из самых ценных методов исследования аминокислот Типы хроматографии, применяемые в биохимии. Области применения хроматографии Высокоэффективная тонкослойная хроматография. Аффинная хроматография. Принцип. Типы лигандов. Принцип работы бумажной хроматографии.	8	Реферат
Тема 2. Электрофорез Особенности электрофореза нуклеиновых кислот. Электрофорез олигонуклеотидов. Разделение топоизомеров. Выделение нуклеиновых кислот с геля. Электрофорез белков по Лэммли. Торможение в геле для изучения комплексов белков с нуклеиновыми кислотами.	8	Реферат

Тема 3. Микроскопия Изучение вирусных частиц с помощью метода негативного контраста. Методы ультраструктурного изучения клеток. Подготовка образцов для ультраструктурного изучения. Современные методы подготовки образцов.	8	Реферат
Тема 4. Флуоресценция Собственная флуоресценция белков. Флуоресценция тирозин- и триптофан-содержащих белков. Изучение конформации белков, взаимодействия с другими молекулами, локализации флуорофоров, сворачивания-разворачивания белков. Внесенная флуоресценция, характеристика флуоресцентных меток и зондов, определение их микроокружения. Использование флуоресцентных меток, для изучения структуры белков и их взаимодействия с лигандами.	8	Реферат
Тема 5. Рентгеноструктурный анализ Использование вычислительной техники в рентгеноструктурных исследованиях. Методы уточнения структуры. Основные направления современных рентгеноструктурных исследований. Анализ пространственных структур биополимеров. Приемы исследования динамики в кристалле.	8	Реферат
Тема 6. Масс-спектрометрия Основные принципы образования масс-спектра. Чувствительность масс-спектрометрии, виды методов и их сравнительная оценка. Определение молекулярных масс и структуры синтетических и выделенных из природных объектов биополимеров. Исследование свертывания белков, нековалентных комплексов, первичной структуры биополимеров; анализ генома человека.	7	Реферат
<b>Итого: 54 ч.</b>	<b>54</b>	

### 5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Самостоятельная работа студента по дисциплине призвана, не только закреплять и углублять знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умения организовать своё время.

Самостоятельная работа по дисциплине включает самостоятельное изучение теоретического материала для подготовки к семинарам, написание реферата и подготовку презентаций для семинаров. Самостоятельная работа студентов по организуется в соответствии с используемыми в учебном процессе формами учебных занятий.

В результате самостоятельной работы каждый студент должен подготовиться к контрольным работам в соответствии с планом изучения дисциплины, подготовить доклад по выбранной теме или сделать устное сообщение. Подготовка доклада подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель подготовки доклада – привитие навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов.

### **Методические рекомендации по написанию реферата**

Реферат – вид самостоятельной работы студентов с научной и научно-популярной литературой. Студент выбирает наиболее интересную для него тему, и на основе анализа литературы раскрывает ее. Возможна подготовка реферата по теме, не указанной в перечне, но соответствующей содержанию программы.

Объем реферата – 15-20 страниц. Текст оформляется на стандартных листах формата А4, с одной стороны, с обязательной нумерацией страниц. Поля: верхнее и нижнее – 2,5 см; левое – 3 см; правое – 1 см. **Реферат сдается в папке.** Первая страница не нумеруется, оформляется как титульный лист (пример приводится).

На второй странице располагают план реферата. Пункты плана должны раскрывать основное содержание выбранной проблемы.

С третьей страницы начинается само содержание реферата. Во введении (2-3 страницы) необходимо раскрыть важность и значение проблемы, обосновать, почему выбрали именно эту тему, чем она для Вас интересна, определить цель реферата.

Основная часть (10-15 страниц) дает определение и характеристику проблемы, раскрывает основные направления ее развития, разрешения и применения.

В заключении (1-2 страницы) делаются выводы по реферату, выражается свое отношение к проблеме.

На последней странице размещается список использованной литературы. Для написания реферата необходимо использовать не менее 5 источников.

#### **Основными критериями для вынесения оценки являются:**

- актуальность и новизна темы, сложность ее разработки;
- полнота использования источников, отечественной и иностранной специальной литературы по рассматриваемым вопросам;
- полнота и качество собранных фактических данных по объекту исследования;
- творческий характер анализа и обобщения фактических данных на основе современных методов и научных достижений;
- научное и практическое значение предложений, выводов и рекомендаций, степень их обоснованности и возможность реального внедрения в работу учреждений и организаций;
- навыки лаконичного, четкого и грамотного изложения материала, оформление работы в соответствии с методическими указаниями;
- умение вести полемику по теоретическим и практическим вопросам, глубина и правильность ответов на замечания и вопросы.

#### **Перечень тем рефератов**

1. Строение и функции мембранных белков.
2. Методы изучения, очистки и идентификации белков.
3. Структурно-функциональные особенности коллагена и эластина.
4. Изоферменты. Происхождение, принципы определения и медицинское значение.
5. Наследственные нарушения обмена углеводов: галактоземия, непереносимость фруктозы, непереносимость дисахаридов, гликогенозы и агликогенозы.
6. Биохимические основы развития атеросклероза.
7. Токсические формы кислорода, их образование и механизм действия, биороль.
8. Перекисное окисление липидов, его роль в норме и развитии заболеваний.
9. Механизмы всасывания аминокислот в кишечнике. Транспорт аминокислот через клеточные мембраны.
10. Моноаминоксидаза, строение, формы, специфичность. Лекарственные препараты как ингибиторы моноаминоксидазы.
11. S-аденозилметионин и его роль в метаболизме.
12. Наследственные нарушения синтеза гема. Порфирии.

13. Нарушения обезвреживания и выведения билирубина. Желтухи.
14. Метаболизм этанола в организме человека.
15. Иммуобилизованные ферменты как лекарственные средства.
16. Макроэлементы, роль в метаболизме.
17. Микроэлементы, роль в метаболизме.
18. Биохимическая характеристика основных периодов развития ребенка.
19. Определение первичной структуры нуклеиновых кислот. Метод Максама-Гилберта. Метод Сенгера.
20. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды и сфингомиелины. Гликолипиды: цереброзиды и ганглиозиды.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 6.1. Образовательные технологии

Структура прохождения дисциплины «Биологическая химия» предусматривает использование лекций информационных с использованием режимов мультимедийных презентаций с элементами беседы и дискуссии, а также практических и семинарских занятий. Анализ, обобщение материалов по заданиям, а также просмотр и обобщение материалов презентаций. Лекционные занятия строятся на диалоговой основе, используются электронные презентации, что способствует активизации внимания студентов и лучшему усвоению изучаемого материала. На семинарских занятиях используются дискуссии по актуальным социальным проблемам, методы проблематизации сознания студентов, направленные на формирование способности видеть, самостоятельно анализировать и находить пути решения социальных проблем.

В учебном процессе используются разнообразные методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности (словесные, наглядные и практические методы передачи информации, проблемные лекции и др.); стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности (дискуссии и др.); контроля и самоконтроля (индивидуального и фронтального, устного и письменного опроса, коллоквиума, зачета).

Необходимым элементом учебной работы является консультирование студентов по вопросам учебного материала.

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к семинарским занятиям, выполнение различных видов заданий, написание докладов, подготовку к текущему и промежуточному контролю

**Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Хроматография как один из самых ценных методов исследования аминокислот	Лекция не предусмотрена	Темы рефератов, вопросы к семинарам, вопросы к зачету	Не предусмотрено
Тема 2. Электрофорез	Лекция не предусмотрена	Темы рефератов, вопросы к семинарам, вопросы к зачету	Не предусмотрено
Тема 3. Микроскопия	Лекция не предусмотрена	Темы рефератов, вопросы к семинарам, вопросы к зачету	Не предусмотрено
Тема 4. Флуоресценция	Лекция не предусмотрена	Темы рефератов, вопросы к семинарам, вопросы к зачету	Не предусмотрено

	предусмотрена	семинарам, вопросы к зачету	предусмотрено
Тема 5. Рентгеноструктурный анализ	Лекция не предусмотрена	Темы рефератов, вопросы к семинарам, вопросы к зачету	Не предусмотрено
Тема 6. Масс-спектрометрия Основные принципы образования масс-спектра.	Лекция не предусмотрена	Темы рефератов, вопросы к семинарам, вопросы к зачету	Не предусмотрено

## 6.2. Информационные технологии

– использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.);

– использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;

– использование возможностей электронной почты преподавателя;

– использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);

– использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);

– использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров]

При изучении различных разделов биофизики возможно использование информации,

1. Использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т.д.) как источников информации;

2. Использование возможностей электронной почты преподавателя;

3. Использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование» - <https://moodle.asu.edu.ru>)

Использование электронных учебников и различных сайтов:

1. Базы данных: GenBank – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/GenbankSearch.html>;

2. нуклеотидных последовательностей EMBL - <http://www.ebi.ac.uk/embl/>; ProSite - <http://us.expasy.org/prosite>

3. Catalog of Human Genes and Disorders: Online Medelian Inheritance in Man (OMIM) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Omim>

4. Human Mitochondrial Genome Database (МГТОМАР) <http://www.mitomap.org>

5. National Center for Biotechnology Information (NCBI) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/disease/>

6. NCBI (National Center for Biotechnology Information) и OMIM (Online Medelian Inheritance in Man).

7. ГосНИИГенетика (Москва) <http://www.genetika.ru/>

8. Институт белка РАН (г. Пущино Московской обл.) <http://www.protres.ru/>

9. Институт биоорганической химии им. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН (Москва) <http://www.ibch.ru/>

10. Институт биофизики СО РАН (Красноярск) <http://www.ibp.ru/> – Режим доступа свободный

11. Институт молекулярной биологии им. Энгельгардта РАН (Москва) <http://www.eimb.ru/>
12. Институт физико-химической биологии им. Белозерского МГУ (Москва) <http://www.belozersky.msu.ru/>
13. Институт цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск) <http://www.bionet.nsc.ru/>
14. Интернет-журнал «BioMedCentral» <http://www.biomedcentral.com/>, Яз. англ.
15. Интернет-журнал «BioMedNet» <http://www.bmn.com/>, Яз. англ.
16. Проект «Вся биология» <http://sbio.info/>
17. Российский химико-технический университет им. Д.И. Менделеева - <http://www.muctr.ru/>
18. Ставропольский государственный аграрный университет <http://www.stgau.ru/>
19. ФГБУ НИИ по изучению лепры (Астрахань) <http://inlep.ru/>
20. Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий СПбГТУРП <http://nizrp.narod.ru/kafvse.htm>.

### 6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

#### 6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
CodeBlocks	Кроссплатформенная среда разработки
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
VLC Player	Медиапроигрыватель
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
Microsoft Security Assessment Tool.	Программы для информационной безопасности

#### 6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

*Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем*

<p><a href="http://dlib.eastview.com">Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»</a>  <a href="http://dlib.eastview.com">http://dlib.eastview.com</a>  Имя пользователя: AstrGU  Пароль: AstrGU</p>
<p>Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов  <a href="http://www.polpred.com">www.polpred.com</a></p>
<p>Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARKSQL НПО «Информ-систем»  <a href="https://library.asu.edu.ru/catalog/">https://library.asu.edu.ru/catalog/</a></p>
<p>Электронный каталог «Научные журналы АГУ»  <a href="https://journal.asu.edu.ru/">https://journal.asu.edu.ru/</a></p>
<p>Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек.  <a href="http://mars.arbicon.ru">http://mars.arbicon.ru</a></p>
<p>Справочная правовая система КонсультантПлюс.  Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила.  <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a></p>

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Физико-химические методы анализа биологических объектов» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе Настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств**

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Хроматография как один из самых ценных методов исследования аминокислот	ПК-2	Темы рефератов, вопросы к семинарам, вопросы к зачету
Тема 2. Электрофорез	ПК-2	Темы рефератов, вопросы к

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
		семинарам, вопросы к зачету
Тема 3. Микроскопия	ПК-2	Темы рефератов, вопросы к семинарам, вопросы к зачету
Тема 4. Флуоресценция	ПК-2	Темы рефератов, вопросы к семинарам, вопросы к зачету
Тема 5. Рентгеноструктурный анализ	ПК-2	Темы рефератов, вопросы к семинарам, вопросы к зачету
Тема 6. Масс-спектрометрия Основные принципы образования масс-спектра.	ПК-2	Темы рефератов, вопросы к семинарам, вопросы к зачету

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

**Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

### 7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

#### Вопросы к семинарским занятиям

##### Тема 1. Хроматография как один из самых ценных методов исследования аминокислот

- 1) Физико-химические основы и принципы метода хроматографии
- 2) Виды хроматографии: адсорбционная, газовая, ионообменная. Возможности методов и сфера применения.
- 3) Какие биологические объекты можно исследовать с помощью хроматографии?
- 4) Какие преимущества предоставляет использование хроматографии в сравнении с другими методами анализа?
- 5) Сложности при проведении хроматографического анализа. Основные проблемы и пути их решения.
- 6) Применение метода хроматографии в промышленности.
- 7) Перспективы развития хроматографии как метода биохимии.

##### Тема 2. Электрофорез

- 1) Для чего используется электрофорез в биохимии и экспериментальной биологии и медицине?
- 2) Какие вещества применимы для данной методики?
- 3) Что показывает электрофорез сыворотки крови?
- 4) Устройство прибора для электрофореза
- 5) Какие компоненты необходимы для проведения электрофореза.
- 6) Какие виды электрофореза существуют и в чем их различия?
- 7) Методы детекции и окраски белков на геле после электрофореза.
- 8) Как можно использовать данные полученные при электрофорезе для дальнейшего исследования белков?

##### Тема 3. Микроскопия

- 1) Возможности и применение микроскопии в рамках изучения физико-химических свойств белков и НК живых организмов
- 2) Принципы работы электронного микроскопа.
- 3) Методы изучения макромолекулярных комплексов.
- 4) Методы ультраструктурного изучения клеток.
- 5) Подготовка образцов для ультраструктурного изучения, фиксация, обезвоживание и заключение в заливочные среды

- 6) Какие типы микроскопии наиболее широко используются в исследованиях биохимических структур?
- 7) Какие практические навыки необходимы для работы с микроскопами в биохимических лабораториях?
- 8) Какие проблемы могут возникнуть при проведении микроскопических исследований в биохимии и как их можно решить?
- 9) Какие новые технологии и методы микроскопии появились в биохимических исследованиях за последние годы?

#### **Тема 4. Флуоресценция**

- 1) Почему Флуоресценция нашла широкое применение в различных прикладных биологических и биомедицинских исследованиях?
- 2) Свойства каких биологических молекул наиболее часто изучаются с помощью флуоресценции?
- 3) Использование флуоресцентных меток, для изучения структуры белков и их взаимодействия с лигандами.
- 4) Иммунофлуоресцентный анализ.
- 5) Зеленый флуоресцирующий белок и его аналоги.
- 6) Какие типы флуорофоров чаще всего используются для обнаружения биомолекул с помощью флуоресценции?
- 7) Какие ограничения существуют при применении флуоресценции в биохимических исследованиях?
- 8) Основные преимущества использования флуоресценции перед другими методами анализа в биохимии.
- 9) Необходимое оборудование для проведения экспериментов с использованием флуоресценции в биохимии.

#### **Тема 5. Рентгеноструктурный анализ**

- 1) Основные направления современных рентгеноструктурных исследований. Анализ пространственных структур биополимеров.
- 2) Принцип рентгеноструктурного эксперимента. Принципы и приемы кристаллизации. Какой принцип работы лежит в основе рентгеноструктурного анализа?
- 3) Использование синхронного и других видов рентгеновского излучения.
- 4) Использование вычислительной техники в рентгеноструктурных исследованиях.
- 5) Методы уточнения структуры молекул.
- 6) В чем состоит основное преимущество метода рентгеноструктурного анализа в биохимии?
- 7) Какие типы биомолекул можно анализировать с помощью рентгеноструктурного метода?
- 8) Информационные данные, которые можно получить из результатов рентгеноструктурного анализа.
- 9) Какие проблемы могут возникнуть при проведении рентгеноструктурного анализа и как их можно преодолеть?
- 10) Приборы и оборудование необходимые для проведения рентгеноструктурного анализа.
- 11) Какие новые технологии и методы развиты в области рентгеноструктурного анализа в последние годы?

#### **Тема 6. Масс-спектрометрия**

- 1) На чем основана масс спектрометрия? Для каких целей производится определение молекулярных масс и структуры синтетических и выделенных из природных объектов биополимеров?
- 2) Какие задачи решает масс спектрометрия?
- 3) Процессы ионизации и принципиальные схемы масс-спектрометров.

- 4) Определение молекулярных масс и структуры синтетических и выделенных из природных объектов биополимеров
- 5) Перспективность анализа генома человека с помощью масс спектрометрии.
- 6) Какие информационные данные можно получить из масс-спектра и как они могут быть интерпретированы?
- 6) Какие трудности могут возникнуть при интерпретации результатов масс-
- 7) Какие перспективы открыты для дальнейших исследований в области применения метода масс-спектрометрии в биохимии и медицине?

### **Перечень вопросов и заданий, выносимых на зачет**

1. Физико-химические основы и принципы метода хроматографии
2. Виды хроматографии: адсорбционная, газовая, ионообменная. Возможности методов и сфера применения.
3. Химический состав организма. Органогенные элементы: (C,O,N,H). Макро- и микро-элементы, их содержание в организме, роль воды.
4. Особенности строения атома С как основного органического элемента.
5. Аминокислоты: строение и химические свойства, классификация.
6. Изомерия аминокислот, асимметрический с-атом, понятие хиральности.
7. Цветные реакции аминокислот (нингидриновая, биуретовая, ксантопротеиновая)
8. Понятие о пептидной связи, геометрия, энергия и свойства пептидной связи.
9. Понятие о конформации:  $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -складчатый слой, глобула
10. Функции белков в клетке и целостном организме
11. Определение понятия ферменты (энзимы). Биологическая роль ферментов. Особенности ферментативного катализа. Понятия: холофермент, апофермент, кофактор, субстрат, продукт реакции, ингибитор, активатор. Примеры.
12. Химическая структура ферментов. Активный центр ферментов, состав, формирование, роль. Функциональные группы аминокислот, входящие в активный центр. Комплементарность структуры активного центра и структуры субстрата. Теория «ключ-замок» и индуцированного соответствия.
13. Специфичность действия ферментов и ее виды. Механизм действия ферментов. Применение ферментов как лекарственных препаратов для лечения болезней.
14. Классификация и номенклатура ферментов. Примеры. Принципы обнаружения и количественной оценки ферментов. Единицы измерения активности и количества ферментов.
15. Изоферменты. Происхождение и физиологическое значение наличия изоферментов. Изоферменты лактатдегидрогеназы (ЛДГ), креатинкиназы и др. Принципы определения и медицинское значение изоферментов.
16. Кинетика ферментативных реакций. Зависимость скорости ферментативных реакций от: температуры, рН среды, концентрации фермента [E], концентрации субстрата [S]. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Константа Михаэлиса  $K_m$ .
17. Ингибирование активности ферментов. Виды ингибирования (обратимое и необратимое; конкурентное, неконкурентное и бесконкурентное). Константа ингибирования  $K_i$ . Лекарственные препараты как ингибиторы ферментов.
18. Метаболическая регуляция активности фермента доступностью субстрата, доступностью кофермента, влиянием концентрации продукта и условий среды на скорость протекания ферментативных реакций.
19. Аллостерическая регуляция активности ферментов. Строение аллостерических ферментов, понятие об аллостерическом центре. Аллостерические активаторы и ингибиторы. Регуляция по типу обратной связи.
20. Ковалентная модификация путем фосфорилирования и дефосфорилирования, значение для регуляции активности ферментов. Способы фосфорилирования белков.

Значение протеинкиназ, понятие о цАМФ и цГМФ и их участии во внутриклеточной передаче внешнего сигнала.

21. Кофакторы ферментов: ионы металла и коферменты, примеры. Коферментные функции витаминов (на примере трансминаз и дегидрогеназ, витаминов В6, РР, В2).

22. Структура и биологическая роль коферментов: ТПФ, НАД и НАДФ, ФМН и ФАД, ПФ, биотин, ТГФК, КоА, аскорбиновая кислота. Какие витамины образуют эти коферменты? Участие коферментов в метаболизме.

**Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-2 Способен проводить работы по отбору и учету образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов Производственной среды				
1.	Задание закрытого типа	Какой из перечисленных буферов является основным внутриклеточным? 1. Бикарбонатный 2. Ацетатный 3. Белковый 4. Гемоглобиновый	4	1
2.		Источниками ионов водорода в организме могут являться: 1. Реакции переаминирования 2. Реакции окислительного дезаминирования 3. Диссоциация угольной кислоты 4. Синтез глутамина	4	1
3.		Для определения молекулярной массы белков используют следующие методы: 1. Ультрацентрифугирование 2. Колориметрию 3. Высаливание 4. Титрование	1	1
4.		Оптимальным антикоагулянтом при определении показателей кислотно-основного равновесия является: 1. оксалат 2. цитрат 3. литиевая соль гепарина 4. гепарин	3	1
5.		Бикарбонатный буфер поддерживает кислотноосновное равновесие путем: 1. Замены сильных кислот слабыми	1	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		2. Образования в организме органических кислот 3. Выработки ионов фосфора 4. Поддержания осмотического давления		
6.	Задание открытого типа	Энзиматический метод определения холестерина основан на действии:	Холестериноксидазы	5
7.		Какие обязательные исследования необходимо произвести для диагностики диабетического кетоацидоза?	Тесты на обнаружение кетоновых тел в моче	5
8.		Одним из основных лабораторных критериев развившейся диабетической нефропатии является:	Протеинурия	5
9.		Снижение уровня общих липидов в сыворотке наблюдается при:	Голодании	5
10.		Для определения типа гиперлиппротеидемии достаточно исследовать в сыворотке:	Основные классы липопротеидов	5

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

**Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине(модулю)**

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
<b>Основной блок</b>				
1.	Ответ на занятии	по расписанию /2	10	В течение занятия
2.	Выполнение практического задания	по расписанию /1	5	В течение занятия
3.	Выполнение лабораторной работы	по расписанию	5	В течение

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
		/1		занятия
4.	Заполнение тетради по практическим работам	по расписанию /1	5	В течение занятия
5.	Ответ на семинарском занятии	по расписанию /1	5	В течение занятия
6.	Успешно выполненная контрольная работа	по расписанию /1	5	После пройденной темы
<b>Всего</b>				
<b>Блок бонусов</b>				
7.	Посещение всех занятий	Все занятия за семестр /5	5	В течении семестра
8.	Своевременное выполнение всех заданий	Все задания за семестр /5	10	В течении семестра
<b>Всего</b>			<b>50</b>	
<b>Дополнительный блок**</b>				
9.	<b>Экзамен</b>		<b>50</b>	
<b>Всего</b>			<b>100</b>	
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	

**Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)**

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-5
Нарушение учебной дисциплины	-5
Неготовность к занятию	-5
Пропуск занятия без уважительной причины	-10
Неуважительное отношение к другим учащимся	-10

**Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)**

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
Ниже 60		

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **8.1 Основная литература:**

1. Денисова, Е.В. Биологическая химия: учебно-методическое пособие: Учебно-методическое пособие / Е.В. Денисова. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. – 131 с.
2. Денисова, О.И. Методы химического и физико-химического анализа: учебное пособие / О.И. Денисова. – Москва: КноРус, 2024. – 390 с.
3. Комов, В.П. Биохимия: Доп. М-вом образования РФ в качестве учеб. для студентов вузов / В.П. Комов – М.: Дрофа, 2004. – 640 с.

### **8.2 Дополнительная литература:**

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия: учебник для студентов медицинских вузов / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – 3-е изд., стереотип.. – М.: Медицина. – 2008. – 704 с.
2. Гиранович, В.И. Биохимия: Учебное пособие / В.И. Гиранович, А.В. Гиранович. – Мн.: Тетра Системс, 2012. – 528 с.
3. Гилеп, И.Л.. Биохимия человека : Учебное пособие / И.Л. Гилеп, А.В. Ильютик, И.Н. Рубчяня– Минск: РИПО, 2023. – 168 с.
4. Жуков, Б.Д. Физическая химия: учебник / Б.Д. Жуков. – Москва: КноРус, 2024. – 351 с.
5. Чиркин, А.А. Биологическая химия: учебник / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 431 с.

### **8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины**

<https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

<https://minobrnauki.gov.ru>

<https://library.asu.edu.ru>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).