

**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  
В.В. Зайцев  
«06» ноября 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой фундаментальной  
и прикладной химии Л.А. Джигола  
«06» ноября 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ХИМИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»**

Составитель  
Согласовано с работодателями

Тырков А.Г., профессор, д.х.н., профессор;  
Е.В. Дронкина, территориальный менеджер  
ООО «Социальная аптека 8»;  
Г.Р. Бареева, директор аптеки «Шах»  
ИП Бареева Г.Р.

Направление подготовки /  
специальность

**33.05.01 Фармация**

Направленность (профиль) / специализа-  
ция ОПОП

**проводор**

**очная**

**2026**

Квалификация (степень)

Форма обучения

Год приёма

Курс

Семестр

**3**

**6**

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

**1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «Химия биогенных элементов»** является овладение знаниями основных законов химии как основы разработки, производства и контроля качества лекарственных препаратов, принципами химической науки как теоретической базы подготовки провизора-исследователя.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

1. Углубить знания обучающихся о строении атома, периодическом законе и периодической системе элементов, химической связи, и на основе полученных знаний сформировать представления о реакционной способности и фармакологической активности и токсичности элементов и их соединений от положения в периодической системе.
2. Формирование теоретических знаний в области биогенной роли химических элементов в организме человека, животных и растений;
3. Раскрытие роли лечебного действия неорганических веществ.

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

**2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Химия биогенных элементов»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 6 семестре.

Учебный курс логически связан с теоретическими основами неорганической, аналитической и органической химии. Следовательно, «входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием теоретических основ вышеобозначенных учебных химических дисциплин.

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

**Знания:** место химии биогенных элементов в ряду других естественных дисциплин, ее значение в жизни современного общества. Значение ионов металлов для живых организмов.

**Умения:** проводить идентификацию групп s-, p-, d-элементов, участвующих в жизнедеятельности организма.

**Навыки:** анализа основных групп биогенных химических элементов в биологических объектах, регистрации и обработки результатов биохимических экспериментов, методами отбора материала для теоретических занятий и лабораторных работ.

**2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):** Токсикологическая химия; Специальная фармацевтическая химия; Учебная практика.

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

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

в) профессиональной(ых) (ПК):

ПК-5 – способен выполнять клинические лабораторные исследования третьей категории сложности, в том числе на основе внедрения новых методов и методик исследования.

**Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения**

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-5	ПК-5.1 Проводит анализ токсических веществ, используя комплекс современных высокотехнологичных физико-химических, биологических и химических методов анализа	Способы и методы проведения анализа токсических веществ.	Использовать комплекс современных высокотехнологичных физико-химических, биологических и химических методов анализа.	Комплексом современных высокотехнологичных физико-химических, биологических и химических методов анализа.
	ПК-5.2 Интерпретирует результаты судебно-химической и химико-токсикологической экспертизы с учетом процессов биотрансформации токсических веществ и возможностей аналитических методов исследования в соответствии с действующей нормативной документацией	Способы и методы интерпретации результатов судебно-химической и химико-токсикологической экспертизы с учетом процессов биотрансформации токсических веществ.	Применять способы и методы интерпретации результатов судебно-химической и химико-токсикологической экспертизы с учетом процессов биотрансформации токсических веществ.	Аналитическими методами исследования в соответствии с действующей нормативной документацией.
	ПК-5.3 Оценивает качество клинических лабораторных исследований третьей категории сложности и интерпретирует результаты оценки	Способы оценки качества клинических лабораторных исследований третьей категории сложности и интерпретировать результаты оценки.	Оценивать качество клинических лабораторных исследований третьей категории сложности и интерпретировать результаты оценки.	Способами оценки качества клинических лабораторных исследований третьей категории сложности и интерпретировать результаты оценки.
	ПК-5.4 Составляет отчеты о проведенных клинических лабораторных исследованиях	Технологию составления отчетов о проведенных клинических лабораторных исследованиях.	Использовать технологию составления отчетов о проведенных клинических лабораторных исследованиях.	Технологией составления отчетов о проведенных клинических лабораторных исследованиях.

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

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной форме обучения приведена в таблице 2.1.

**Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения**

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в академических часах	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	42
- занятия лекционного типа, в том числе:	14
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	28

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы	-
- консультация (предэкзаменационная)	-
- промежуточная аттестация по дисциплине	-
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	66
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	Зачет – 6 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы представлены в таблице 2.2.

**Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого час.	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации			
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП						
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП							
Тема 1. Ионы металлов в живых организмах. Биокомплексы металлов	2				4			12	18	Отчет по лабораторной работе			
Тема 2. Биологическая активность и токсичность s-элементов	4				8			18	30	Отчет по лабораторной работе			
Тема 3. Биологическая активность и токсичность р-элементов	4				8			18	30	Отчет по лабораторной работе			
Тема 4. Биологическая активность и токсичность d-элементов	4				8			18	30	Отчет по лабораторной работе			
<b>Контроль промежуточной аттестации</b>								<b>Зачет</b>					
<b>ИТОГО за семестр:</b>	<b>14</b>				<b>28</b>			<b>66</b>	<b>108</b>				
<b>Итого за весь период</b>	<b>14</b>				<b>28</b>			<b>66</b>	<b>108</b>				

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; КПА – контроль промежуточной аттестации; КС – консультации; СР – самостоятельная работа

**Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-5	
Тема 1. Ионы металлов в живых организмах. Биокомплексы металлов	18	ПК-5	1
Тема 2. Биологическая активность и токсичность s-элементов	30	ПК-5	1
Тема 3. Биологическая активность и токсичность р-элементов	30	ПК-5	1

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компе-	Общее количе-ство компетен-ций
		тенции	
Тема 4. Биологическая активность и токсичность d-элементов	30	ПК-5	1
<b>Всего</b>	<b>108</b>		

### **Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)**

#### **Тема 1. Ионы металлов в живых организмах. Биокомплексы металлов.**

Бионеорганическая химия. Биокомплексы металлов. Устойчивость биокомплексов металлов. Концепция жестких и мягких кислот и оснований. Лиганды. Хелаты. Макроциклические биолиганды.

#### **Тема 2. Биологическая активность и токсичность s-элементов.**

Особенности строения элементов 1-й группы. Металлы 1-й группы (натрий, калий). Изотонический раствор. Гипертонический раствор. Питьевая сода. Гидрокарбонат натрия. Гекагидрат сульфата натрия. Гекагидрат тетрабората натрия. Хлорид калия. Металлы 2-й группы (магний, кальций). Оксид магния, сульфат магния. Хлорид кальция, органические соединения кальция. Гипс. Гидроксиапатит кальция, ортофосфат кальция.

#### **Тема 3. Биологическая активность и токсичность p-элементов.**

Особенности строения элементов 3A, 4A, 5A и 6A-групп. Металлы 3A-группы (алюминий, таллий). Металлы 4A-группы (олово, свинец). Элементы 5A-группы (мышьяк). Элементы 6A-группы (селен).

#### **Тема 4. Биологическая активность и токсичность d-элементов.**

Особенности строения d-элементов различных групп. d-Металлы 1B-группы (медь, серебро, золото). d-Металлы 2B-группы (цинк, кадмий, ртуть). d-Металлы 4B и 5B-групп (титан, ванадий). d-Металлы 6B-группы (хром, молибден). d-Металлы 7B-группы (марганец). d-Металлы 8B-группы (железо, кобальт, никель).

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

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

Преподаватель должен активно непосредственно участвовать в учебном процессе и проводить подготовку к нему. Необходимость постоянной подготовки к лекциям, семинарским и практическим занятиям обусловлена потребностью отражать современные подходы, взгляды, данные по темам и разделам. Проводя подготовку к учебному процессу необходимо изучать современные методические рекомендации, результаты научных исследований, новые технологии и т.д. При реализации различных видов учебной работы преподаватель должен использовать образовательные технологии: создание интерактивных презентаций, обучающие компьютерные программы, технологии развития мышления (эффективная лекция, таблицы, работа в группах и т.д.)

В ходе подготовки лекции преподаватель должен разрабатывать план лекции, в котором должен определить те основные материалы, которые слушатели должны понять и записать. Содержание лекции должно быть организованным и четким, что делает усвоение материала доступным. Содержание лекции должно отвечать следующим требованиям: изложение материала от простого к сложному; от известного к неизвестному; логичность, четкость и ясность в изложении материала; возможность проблемного изложения; дискуссии и диалога в конце лекции с целью

активизации деятельности слушателей; опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные; тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и профессиональной деятельностью. В ходе лекционного занятия преподаватель должен четко озвучить тему, представить план, кратко изложить цель, учебные вопросы. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Следует также раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. При изложении лекционного материала следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам, приводя примеры, раскрывать положительный отечественный и зарубежный опыт. По ходу изложения, возможно, задавать риторические вопросы и самому давать на них ответ. Преподаватель в целом не должен отвлекаться от излагаемого материала лекции. Преподаватель должен руководить работой слушателей по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы. Используемый во время лекции наглядный материал – слайды, таблицы, схемы, иллюстрации помогает вести конспекты и улучшает темп предложения материала лекций. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Для закрепления материала, подготовки к семинарским и практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы необходимо рекомендовать литературу, основную и дополнительную, в том числе учебно-методические материалы, а также электронные источники (интернет-ресурсы).

Лабораторные занятия способствуют закрепление знаний, полученных студентами в ходе обучения и самостоятельной работы, формированию компетенций, навыков в получении информации, приобретению умений провести ее обработку и анализ, овладению навыками планирования, анализа и управления. Общее требование при разработке тематики лабораторных таково - этот вид аудиторных занятий должен научить студента правильно оценить и предвидеть развитие ситуации, управлять ее формированием, владению методами анализа. На занятиях проводится отработка практических умений под контролем преподавателя. В конце каждого лабораторного занятия преподаватель планирует 6-7 минут для подведения итогов. Он обращает внимание на то, как освоен учебный материал по теме в целом, анализирует типичные ошибки и недоработки студентов, акцентирует их внимание на значимость темы.

Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Румянцев Е.В. Химические основы жизни / Е.В. Румянцев, Е.В. Антина, Ю.В. Чистяков. – М.: Химия, КоллесС, 2012. – 560 с.
2. Тырков А.Г. Биоорганическая химия. Курс лекций. / А.Г. Тырков. – Астрахань. ИД Астраханский университет, 2009. – 236 с.
3. Тырков А.Г., Щурова Н.А. Биоорганическая химия. Сборник задач и упражнений. / А.Г. Тырков, Н.А. Щурова. – Астрахань. ИД Астраханский университет, 2008. – 199 с.

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

**Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1. Ионы металлов в живых организмах. Биокомплексы металлов. Концепция жестких и мягких кислот и оснований. Лиганды. Хелаты. Макроциклические биолиганды.	12	Отчет по лабораторной работе
Тема 2. Биологическая активность и токсичность s-элементов. Металлы 2-й группы (магний, кальций). Оксид магния, сульфат магния. Хлорид кальция, органические соединения кальция. Гипс. Гидроксиапатит кальция, ортофосфат кальция.	18	Отчет по лабораторной работе

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1. Ионы металлов в живых организмах. Биокомплексы металлов. Концепция жестких и мягких кислот и оснований. Лиганды. Хелаты. Макроциклические биолиганды.	12	Отчет по лабораторной работе
Тема 3. Биологическая активность и токсичность р-элементов. Элементы 5A-группы (мышьяк). Элементы 6A-группы (селен).	18	Отчет по лабораторной работе
Тема 4. Биологическая активность и токсичность d-элементов. d-Металлы 7B-группы (марганец). d-Металлы 8B-группы (железо, кобальт, никель).	18	Отчет по лабораторной работе

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

Выполнение и оформление лабораторных работ по курсу «Химия биогенных элементов» осуществляется в соответствии с учебной программой, размещенной на платформе Moodle.

Конспект отчета по лабораторной работе должен содержать название и цель работы, название опыта, ход выполнения опыта, схемы реакций, наблюдения и выводы по лабораторной работе. Более подробно ход оформления лабораторной работы приведен в практикуме Тырков А.Г., Щурова Н.А. «Биоорганическая химия».

Выполнение и оформление лабораторных работ по курсу «Химия биогенных элементов» проводится в строгом соответствии с учебным пособием Тырков А.Г., Щурова Н.А. Биоорганическая химия. Лабораторный практикум. / А.Г. Тырков, Н.А. Щурова. – Астрахань. ИД Астраханский университет, 2008. – 98 с.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 33.05.01 Фармация реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

В рамках учебного курса «Химия биогенных элементов» предусмотрены встречи с представителями российских компаний, региональными работодателями, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

### **6.1. Образовательные технологии**

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

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Ионы металлов в живых организмах. Биокомплексы металлов	Лекция-дискуссия	Не предусмотрено	Лабораторная работа в мини-группах
Тема 2. Биологическая активность и токсичность s-элементов	Лекция-дискуссия	Не предусмотрено	Лабораторная работа в мини-группах
Тема 3. Биологическая активность и токсичность р-элементов	Лекция-дискуссия	Не предусмотрено	Лабораторная работа в мини-группах
Тема 4. Биологическая активность и токсичность d-элементов	Лекция-дискуссия	Не предусмотрено	Лабораторная работа в мини-группах

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии

обучающихся и преподавателя в режимах online и (или) offline в формах видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме форума, чата, выполнения виртуальных практических и (или) лабораторных работ и др.

## **6.2. Информационные технологии**

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- 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») по курсу «Химия биогенных элементов» или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

## **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
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор

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

Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем
<a href="#">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 Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов

<p>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</p>
<a href="http://www.polpred.com">www.polpred.com</a>
<p>Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL 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) «Химия биогенных элементов» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 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. Ионы металлов в живых организмах. Биокомплексы металлов	ПК-5	Отчет по лабораторной работе
Тема 2. Биологическая активность и токсичность s-элементов	ПК-5	Отчет по лабораторной работе
Тема 3. Биологическая активность и токсичность p-элементов	ПК-5	Отчет по лабораторной работе
Тема 4. Биологическая активность и токсичность d-элементов	ПК-5	Отчет по лабораторной работе

## **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
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)**

### **Тема 1. Ионы металлов в живых организмах. Биокомплексы металлов**

**Вопросы к отчету по лабораторной работе**

1. Какие вопросы решает биоинеорганическая химия.
2. Какие химические формы ионов различных металлов преобладают в живых организмах.
3. Какие металлы относят к «металлам жизни».

### **Тема 2. Биологическая активность и токсичность s-элементов**

**Вопросы к отчету по лабораторной работе**

1. Что понимают под токсичностью химических элементов и их соединений.
2. Перечислите основные факторы, которые определяют биологическую активность и токсичность металлов и их соединений.
3. Какие соединения относят к биокомплексам металлов и в чем заключаются особенности их строения.

### **Тема 3. Биологическая активность и токсичность р-элементов**

#### **Вопросы к отчету по лабораторной работе**

- . Поясните преимущества использования концепции жестких и мягких кислот и оснований для объяснения особенностей их строения.
2. Проанализируйте взаимосвязь электронного строения, биофункций и возможных причин токсичности металлов, принадлежащим к следующим группам: 1А и 1Б.
3. Проанализируйте взаимосвязь электронного строения, биофункций и возможных причин токсичности металлов, принадлежащим к следующим группам: 2А и 2Б.

### **Тема 4. Биологическая активность и токсичность d-элементов**

#### **Вопросы к отчету по лабораторной работе**

1. Проанализируйте взаимосвязь электронного строения, биофункций и возможных причин токсичности металлов, принадлежащим к следующим группам: 3А и 4Б.
2. Проанализируйте взаимосвязь электронного строения, биофункций и возможных причин токсичности металлов, принадлежащим к следующим группам: 5Б и 4А.
3. Проанализируйте взаимосвязь электронного строения, биофункций и возможных причин токсичности металлов, принадлежащим к следующим группам: 6Б и 5А.
4. Проанализируйте взаимосвязь электронного строения, биофункций и возможных причин токсичности металлов, принадлежащим к следующим группам: 7Б и 6А.

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

1. Биокомплексы металлов. Устойчивость биокомплексов металлов.
2. Концепция жестких и мягких кислот и оснований. Лиганды. Хелаты. Макроциклические биолиганды.
3. Особенности строения элементов 1-й группы. Металлы 1-й группы (натрий, калий). Изотонический раствор. Гипертонический раствор. Питьевая сода. Гидрокарбонат натрия. Гекагидрат сульфата натрия. Гекагидрат тетрабората натрия. Хлорид калия.
4. Металлы 2-й группы (магний, кальций). Оксид магния, сульфат магния. Хлорид кальция, органические соединения кальция. Гипс. Гидроксиапатит кальция, ортофосфат кальция.
5. Особенности строения элементов 3А, 4А, 5А и 6А-групп.
6. Металлы 3А-группы (алюминий, таллий).
7. Металлы 4А-группы (олово, свинец).
8. Элементы 5А-группы (мышьяк).
9. Элементы 6А-группы (селен).
10. Особенности строения d-элементов различных групп.
11. d-Металлы 1Б-группы (медь, серебро, золото).
12. d-Металлы 2Б-группы (цинк, кадмий, ртуть).
13. d-Металлы 4Б и 5Б-групп (титан, ванадий).
14. d-Металлы 6Б-группы (хром, молибден).
15. d-Металлы 7Б-группы (марганец).
16. d-Металлы 8Б-группы (железо, кобальт, никель).

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

№	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-5 «Способен выполнять клинические лабораторные исследования третьей категории сложности, в том числе на основе внедрения новых методов и методик исследования»				

1.	Задание закрытого типа	К металлам 1A группы относят: <b>A. Цинк;</b> <b>B. Ртуть;</b> <b>C. Натрий;</b> <b>D. Селен.</b>	B	3
2.		К металлам 7B группы относят: <b>A. Марганец;</b> <b>B. Калий;</b> <b>C. Ртуть;</b> <b>D. Кальций.</b>	A	3
3.		К металлам 4A группы относят: <b>A. Кобальт;</b> <b>B. Никель;</b> <b>C. Свинец;</b> <b>D. Кадмий.</b>	B	3
4.		К металлам 3A группы относят: <b>A. Железо;</b> <b>B. Титан;</b> <b>C. Кадмий;</b> <b>D. Алюминий;</b> <b>E. Цинк.</b>	Г	3
1.	Задание открытого типа	Какие вопросы решает бионеорганическая химия	Бионеорганическая химия — это междисциплинарная наука, которая изучает роль металлов и их соединений в биологических процессах. Она исследует комплексы ионов металлов K, Na, Ca и др. с биомолекулами (белками, нуклеиновыми кислотами, липидами) и низкомолекулярными природными веществами.	4
2.		Какие металлы относят к «металлам жизни»	К «металлам жизни», или жизненно необходимым металлам, относятся железо, медь, цинк, кальций, магний, калий, натрий и другие. Эти элементы необходимы для нормального функционирования организма, но их концентрация должна быть сбалансированной, так как избыток или недостаток может привести к проблемам со здоровьем.	4
3.		Что понимают под токсичностью химических элементов	Под токсичностью химических элементов понимают их способность наносить вред организмам, вызывая отравление, интоксикацию или смерть. Это свойство веществ нарушать нормальные физиологические функции человека, животных и растений при попадании в организм. Токсичность можно количественно измерить, например, используя понятие средней смертельной дозы ( $LD_{50}$ ) или ( $CL_{50}$ )	3
4.		Какие соединения относят к биокомплексам металлов	К биокомплексам металлов относятся соединения, в которых металл координирован с биологическими молекулами-лигандами, такими как гемоглобин, хлорофилл, а также комплексы с участием аминокислот (например, гистидина, цистеина) и других биомолекул. Эти комплексы играют ключевую роль в метаболических процессах, включая перенос кислорода и фотосинтез.	4

1	Задание комбинированного типа	К металлам 7Б группы относят: А. Марганец; Б. Калий; В. Ртуть; Г. Кальций. Обоснуйте свой выбор	<b>А</b> Марганец находится в 7 Б группе периодической системы химических элементов, имеет максимальную валентность равную 7. Входит в семейство d-элементов, у металла идет заполнение 3d-подуровня.	3
2		К металлам 3A группы относят: А. Железо; Б. Титан; В. Кадмий; Г. Алюминий; Д. Цинк. Обоснуйте свой выбор.	<b>Г</b> Алюминий находится в 3 A группе периодической системы химических элементов, имеет максимальную валентность равную 3. Входит в семейство p-элементов, у металла идет заполнение 3p-подуровня.	4

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	Отчет по лабораторной работе тема «Ионы металлов в живых организмах. Биокомплексы металлов»	1/15	15	по графику
2	Отчет по лабораторной работе тема «Биологическая активность и токсичность s-элементов»	1/25	25	по графику
3	Отчет по лабораторной работе тема «Биологическая активность и токсичность p-элементов»	1/25	25	по графику
4	Отчет по лабораторной работе тема «Биологическая активность и токсичность d-элементов»	1/25	25	по графику
<b>Всего</b>			<b>90</b>	
<b>Блок бонусов</b>				
7	Активность на занятиях		5	
8	Своевременное выполнение всех заданий		5	
<b>Всего</b>			<b>10</b>	-
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	-

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

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-1
Нарушение учебной дисциплины	-1
Неготовность к занятию	-2

Показатель	Балл
Пропуск занятия без уважительной причины	-2

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

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	Зачтено
85–89	
75–84	
70–74	
65–69	
60–64	
Ниже 60	Не засчитано

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**

- Химия биологически активных веществ и жизненных процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Антина Е.В. - Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2015. Режим доступа: [http://www.studentlibrary.ru/book/ghtu\\_023.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_023.html)
- Комов В.П. Биохимия: Учеб. для вузов / В.П. Комов, В.Н. Шведова. – М.: Дрофа, 2010. – 640 с.
- Румянцев Е.В. Химические основы жизни / Е.В. Румянцев, Е.В. Антина, Ю.В. Чистяков. – М.: Химия, КолосС, 2011. – 560 с.

### **8.2. Дополнительная литература**

- Биоорганическая химия [Электронный ресурс] : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438008.html>

### **8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)**

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований.  
[www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).

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

*Аудитория № 117 – Лаборатория органической химии  
Учебные столы – 10 шт.*

Стулья – 20 шт.  
Доска – 1 шт.  
Вытяжной шкаф – 2 шт.  
Плитка электрическая – 8 шт.  
Холодильник – 1 шт.  
Спектрофотометр ПЭ5400 – 1 шт.  
Центрифуга – 1 шт.  
Аппаратный комплекс центр "Биотехнологии для получения оригинальных фармсубстанций" – 1 шт.  
Насос 2-й градиентный с подачей 2-х независимых потоков с градиентом – 3 шт.  
Ротационный испарительный комплекс Hei-VAP Precision ML/G3B, Heidolph – 1 шт.  
Расходные материалы

***Аудитория № 204 – Учебная аудитория:***

Доска маркерная – 1 шт.  
Рабочее место преподавателя – 1 шт.  
Учебные столы – 24 шт.  
Стулья – 36 шт.  
Комплект учебных материалов – 1 шт.  
Плазменная панель – 1 шт.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013, Microsoft Windows 10 Professional, Kaspersky Endpoint Security.  
Свободно распространяемое программное обеспечение: Adobe Reader, Платформа дистанционного обучения LMS Moodle, 7-zip, Google Chrome, Notepad++, OpenOffice, Opera, Paint.NET, Scilab, Microsoft Security Assessment Tool.

***Аудитория № 309 – Зал самостоятельной работы:***

Столы учебные - 16 шт.  
Стулья - 24 шт.  
Компьютеры - 15 шт.  
Принтер лазерный HP - 1 шт.  
Доска настенная - 1 шт.  
Доска магнитно-маркерная оборотная - 1 шт.  
Плазменная панель - 1 шт.

Конференц-стол - 1 шт.  
Сплит-система - 1 шт.  
Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013, Microsoft Windows 10 Professional, Kaspersky Endpoint Security.  
Свободно распространяемое программное обеспечение: Adobe Reader, Платформа дистанционного обучения LMS Moodle, Mozilla FireFox, 7-zip, Google Chrome, Notepad++, OpenOffice, Opera, Paint.NET, Scilab, Microsoft Security Assessment Tool.

## **10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

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-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).