

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 25 » сентября 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Бионеорганическая химия
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология
(код и наименование направления)

Направленность: Биотехнология (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - формирование комплекса знаний о взаимосвязи между свойствами химических элементов, их склонностью к комплексообразованию и ролью в живых системах.

Задачи дисциплины: изучение химических основ образования комплексов низкомолекулярных природных веществ и биополимеров с ионами металлов; формирование умений анализировать роль ионов металлов, с учетом их комплексообразующей способности, в выполнении биологических функций ферментов; формирование навыков выявления взаимосвязи между биогенными свойствами и экотоксичностью химических элементов и их соединений, которые определяются их фундаментальными химическими свойствами.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- классификация химических элементов с учетом их роли в живых системах;
- комплексообразование как важный фактор, определяющий биологические функции ферментов;
- взаимосвязь между биогенными свойствами и экотоксичностью химических элементов и их соединений и их фундаментальными химическими свойствами.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1опк-1	<p>После изучения дисциплины обучающийся должен освоить указанные части компетенции и продемонстрировать следующие результаты: знать классификацию химических элементов по их роли в живых системах; особенности процессов комплексообразования как важного фактора, определяющего биологические функции ряда ферментов; роль ионов металлов в биокаталитических процессах, кофакторы; случаи проявления экотоксических свойств у ряда ионов металлов.</p>	<p>Знает основные методы и способы изучения и анализа биологических объектов, области их использования; основные математические, физические, химические, биологические законы и закономерности применительно к биообъектам и процессам.</p>	Контрольная работа
ОПК-1	ИД-2опк-1	<p>Умение выявлять взаимосвязь между свойствами химических элементов и их ролью в живых системах; выявлять роль комплексообразования в формировании каталитической активности ферментов; использовать справочные данные для вычислений в процессах комплексообразования и решать задачи на равновесие в растворах комплексных соединений; анализировать самопроизвольные процессы в живых системах с позиций термодинамики; систематизировать информацию о химическом составе, строении и свойствах биополимеров, о роли ионов металлов жизни в</p>	<p>Умеет изучать, анализировать и использовать конкретные виды биологических объектов в реальных процессах и превращениях; использовать для анализа знания математических, физических, химических, биологических законов, закономерностей и их взаимосвязей.</p>	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		биохимических процессах.		
ОПК-1	ИД-3опк-1	<p>Владение навыками накопления новых знаний о биогенных свойствах и экотоксичности химических элементов и их соединений; навыками оценки биогенных свойств химических элементов с позиций их способности образовывать комплексы с участием биополимеров; правилами составления и применения номенклатуры комплексных соединений; навыками решения задач на равновесие в растворах комплексных соединений; методиками определения состава, констант устойчивости, условий образования комплексных соединений ионов металлов.</p>	<p>Владеет способностью изучать и анализировать основные типы биологических объектов, использовать их в отдельных процессах и превращениях; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических, химических, биологических законах и закономерностях как для изучения самих биологических объектов, так и для процессов с их участием.</p>	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Введение	2	0	0	0
Взаимосвязь между свойствами химических элементов и их ролью в живых системах. Биогенные свойства и экотоксичность химических элементов и их соединений. Понятие о ферментах. Комплексообразование как важный фактор, определяющий биологические функции ферментов. Биополимеры и их комплексообразование с ионами металлов. Цель и задачи дисциплины.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Образование, состав и устойчивость комплексных соединений	6	12	12	30
Основные понятия химии комплексных соединений. Классификация комплексов. Номенклатура. Изомерия комплексных соединений. Химическая связь в комплексных соединениях. Метод валентных связей. Теория кристаллического поля. Энергия стабилизации. Эффект Яна-Теллера. Спектрохимический ряд. Метод молекулярных орбиталей, образование сигма- и пи-связей по этому методу. Устойчивость комплексных соединений. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы образования – полная и ступенчатые. Хелатный эффект.				
Комплексные соединения ионов металлов с органическими лигандами и их роль в биологических системах	4	6	10	20
Виды, примеры и роль биоллигандов. Порфириновые комплексы металлов, примеры ферментов на их основе. Комплексообразование и биологические функции ферментов. Строение и действие ферментов. Биокаталитические процессы в живых системах. Фотосинтез и механизм действия хлорофилла. Витамин В12, корриновый цикл. Карбоангидраза и процесс гидратации диоксида углерода. Нитрогеназа и фиксация азота. Гомеостаз в живых системах. Энд- и экзэргонические биохимические реакции. Принцип энергетического сопряжения. Электронотранспортные цепи.				
Химия биогенных элементов	2	0	6	12
Классификация и распространение химических элементов в живых системах. Строение, химические свойства и роль элементов-органогенов и их соединений в растительном и животном мире. Водород, углерод, азот, фосфор, кислород, сера и их соединения. Строение и химические свойства галогенов и их соединений. Круговорот элементов □ органогенов в природе. Свойства и биологическая роль ионов металлов жизни (Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Mo). Натрий и калий, дисбаланс их ионов во внутри- и межклеточных жидкостях, значение				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
для функции клеток. Свойства d-элементов.				
Химия загрязнений окружающей среды	2	0	6	10
Вещества - экотоксиканты. Ранжирование веществ по токсичности. Опасные загрязняющие вещества: избыточные азотные удобрения, соединения тяжелых металлов (ртути, свинца, кадмия, олова, меди, никеля и др.); ароматические углеводороды, полихлорированные бифенилы (ПХБ), дибензодиоксины (ПХДД) и др. Радионуклиды. Механизмы действия экотоксикантов и методы защиты. Молекулярные, клеточные и другие механизмы токсичности (взаимодействие с ДНК, белками, липидами, ферментами). Ингибиторы ферментов. Экотоксичность метилртути, метилкадмия, оловоорганических соединений. Биоаккумуляция экотоксикантов в пищевых цепях. Методы защиты: антитоды, замена токсичных веществ нетоксичными, утилизация отходов, перевод технологий на методы «зеленой химии».				
Заключение	0	0	2	0
Подведение итогов работы по дисциплине. Обобщение изученного материала.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	18	36	72
ИТОГО по дисциплине	16	18	36	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Освоение правил составления формул и развитие навыков использования номенклатуры комплексных соединений
2	Анализ особенностей структурной и оптической изомерии комплексных соединений
3	Приобретение навыков рассмотрения химической связи в комплексных соединениях на основе теории кристаллического поля
4	Освоение умения использовать понятие об энергии стабилизации и спектрах поглощения комплексных соединений для оценки их свойств
5	Применение метода молекулярных орбиталей для изучения химической связи в комплексных соединениях
6	Накопление навыков решения задач на равновесие в растворах комплексных соединений
7	Определение параметров процесса комплексообразования

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
8	Оценка растворимости малорастворимых соединений за счет комплексообразования
9	Расчетный подход к анализу равновесий в системах с осадком при комплексообразовании
10	Выявление особенностей механизма ферментативного катализа
11	Систематизация информации о химическом составе, строении и свойствах биополимеров
12	Рассмотрение особенностей химического строения низкомолекулярных библигандов
13	Анализ строения порфириновых комплексов на примере железа, представление о роли комплексообразования в формировании активности ферментов
14	Анализ информации о роли ионов биогенных металлов в биохимических процессах
15	Анализ возможностей проявления экотоксических свойств у химических элементов и их соединений
16	Развитие навыков выбора методов защиты живой природы от экотоксикантов

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Изучение комплексообразования Zn (II) или Ni (II) с индикатором ксиленоловым оранжевым методом насыщения
2	Определение констант образования тиосульфатных комплексов свинца методом растворимости
3	Определение ступенчатых констант образования тетрааммина цинка или меди (II) рН-метрическим методом
4	Определение состава комплекса методом изомолярных серий

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений : учебное пособие для вузов. Москва : Академия, 2007. 352 с.	14
2	Коваленко Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ : учебное пособие для вузов. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 229 с. 14,50 усл. печ. л.	25

3	Общая химия. Специальный курс. Санкт-Петербург : Лань, 2008. 440 с.	33
4	Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого : учебник для вузов. 3-е изд., испр. Санкт-Петербург : Химиздат, 2005. 783 с	31
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Биологическая неорганическая химия: структура и реакционная способность. Т. 1. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 456 с., 8 л. ил. 37,05 усл. печ. л.	4
2	Биологическая неорганическая химия: структура и реакционная способность. Т. 2. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 623 с., 8 л. ил. 50,70 усл. печ. л.	4
3	Скляр С. И., Дрюк В. Г., Шульгин В. Ф. Общая, неорганическая и бионеорганическая химия : учебное пособие для академического бакалавриата. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2019. 263 с. 20,41 усл. печ. л.	1
4	Чистяков Ю. В. Основы бионеорганической химии : учебное пособие для вузов. Москва : Химия : КолосС, 2007. 541 с., 1 л. портр.	3
2.2. Периодические издания		
1	Координационные и полимерные соединения. Синтез. Свойства : сборник научных трудов. Кишинев : Штиинца, 1991. 160 с. 10,0 усл. печ. л.	1
2	Методы и достижения бионеорганической химии : пер. с англ. / Макинен М., Пратт Дж., Боуден Ф., МакОлифф К. Москва : Мир, 1978. 416 с.	1
3	Синтез и физико-химическое исследование координационных и полимерных соединений. Вопросы химии и химической технологии : межвузовский сборник. Кишинев : Штиинца, 1986. 136 с. 8,5 усл. печ. л.	1
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Годмен А. Иллюстрированный химический словарь : пер. с англ. Москва : Мир, 1988. 270 с.	3
2	Справочные данные по свойствам простых веществ и их соединений : методическое пособие по общей химии. Пермь : ПГТУ, 2004. 46 с. 3,0 усл. печ. л.	49
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Новаковский М. С. Лабораторные работы по химии комплексных соединений : учебное пособие для вузов. Харьков : ХГУ, 1964. 203 с.	1
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Комплексные соединения в бионеорганической химии : учебно-методическое пособие / Вольхин В. В., Портнова А. В., Пан Л. С., Леонтьева Г. В. Пермь : ПНИПУ, 2020. 55 с. 3,5 усл. печ. л.	10

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Матвеев Е. Ю., Караваев И. А., Бояринова Е. С. Химия комплексных соединений?: Практикум. [электронный ресурс]. Москва : РТУ МИРЭА, 2022	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-256772	сеть Интернет; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Вербицкая, Н. И. Общая химия «Комплексные соединения», методические указания. Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005	https://elib.pstu.ru/Record/RUIPRSMART51602	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Егоров В. В. Бионеорганическая химия [электронный ресурс], учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург : Лань, 2023	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-341132	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Комплексные (координационные) соединения [электронный ресурс], учебно-методическое пособие. Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2016	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-152874	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	https://www.elsevier.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	https://elib.pstu.ru/
Образовательная платформа Юрайт	https://urait.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRsmart	http://www.iprbookshop.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Весы лабораторные	2
Лабораторная работа	Качалка орбитальная	1
Лабораторная работа	Мешалка магнитная	3
Лабораторная работа	pH-метр pH-150	3
Лабораторная работа	Стол лабораторный	15
Лабораторная работа	Фотоэлектроколориметр	3
Лабораторная работа	Шкаф вытяжной	2
Лекция	Аудитория, оборудованная мультимедийной аппаратурой	1
Лекция	Таблица Менделеева	1
Практическое занятие	Аудитория, оборудованная мультимедийной аппаратурой	1
Практическое занятие	Таблица Менделеева	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Бионеорганическая химия»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Пермь 2024

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Предусмотрены аудиторные лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине.

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и в ходе лабораторных и практических занятий, а также на экзамене. Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений проводится в форме защиты лабораторных, практических занятий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных и практических занятий

Всего запланировано 4 лабораторные работы и 16 практических занятий. Типовые темы лабораторных работ и практических занятий приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Защита практического занятия проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных разделов дисциплины. Первая КР после освоения раздела 2 «Образование, состав и устойчивость комплексных соединений», вторая КР – после освоения раздела 3 «Комплексные соединения ионов металлов с органическими лигандами и их роль в биологических системах».

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных

умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

ЗАДАНИЯ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
почва	Назовите основную среду, в которую попадают и накапливаются тяжёлые металлы.	ОПК-1
алюминий	Укажите название металла, который наиболее распространён в земной коре.	ОПК-1
железо	При недостатке какого металла в организме развивается анемия (напишите название)?	ОПК-1
магний	При недостатке какого металла (название) в организме наблюдаются мышечные судороги?	ОПК-1
ионная	Определите тип химической связи в следующем соединении: бромид калия.	ОПК-1
ковалентная неполярная	Какая химическая связь образуется между атомами с одинаковой электроотрицательностью?	ОПК-1
фтор	Напишите название химического элемента, в соединении с которым кислород имеет положительную степень окисления.	ОПК-1
натрий	Ион элемента Э ⁺ имеет конфигурацию $1s^22s^22p^6$. Назовите этот элемент.	ОПК-1
бериллий	Какой из перечисленных химических элементов является наименее электроотрицательным: водород, бериллий, азот, углерод?	ОПК-1
ксенобиотики	Как называются чужеродные для живых организмов химические вещества, которые не входят в естественный биотический круговорот?	ОПК-1
кобальт	Напишите название химического элемента, который в данном комплексном соединении является комплексообразователем: $K_2[CoCl_4]$	ОПК-1
нитрит	Назовите анион внешней сферы следующего комплексного соединения: $[CoCl(en)_2(NO_2)]NO_2$	ОПК-1
3	Назовите число неспаренных электронов в атоме азота в невозбужденном состоянии.	ОПК-1
2	Определите, чему равна минимальная валентность р-элементов IV группы Периодической системы.	ОПК-1
7	Каково число f-орбиталей на энергетическом уровне?	ОПК-1

10	Какое максимальное число электронов может находиться на d-подуровне?	ОПК-1
6	Определите координационное число комплексообразователя в следующем комплексном соединении: $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})_3]\text{Cl}_3$	ОПК-1
+4	Определите степень окисления комплексообразователя в следующем комплексном соединении: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}_4$	ОПК-1
0	Определите заряд комплекса $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$	ОПК-1
+3	Укажите степень окисления переходного металла в составе следующего комплексного соединения: $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{CN})_6]$	ОПК-1
6	Укажите координационное число комплексообразователя в следующем комплексном соединении: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$	ОПК-1
-4	Укажите заряд комплексного иона в составе следующего комплексного соединения: $\text{Na}_4[\text{Ni}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$	ОПК-1
2	Рассчитайте молярность (моль/л) 20%-ного раствора карбоната натрия плотностью 1,1 г/мл? Ответ представьте с точностью до 1 моль/л.	ОПК-1
38	При взаимодействии 8,8 г двухвалентного металла с водой выделилось 2,24 л водорода (при н.у.). Определите, какой это металл. В ответе укажите его порядковый номер в периодической таблице.	ОПК-1
1	Что изучает бионеорганическая химия? 1. биологически функциональные соединения металлов, а также некоторых неметаллов 2. соединения углерода, их структуру, свойства, методы синтеза 3. качественный и количественный состав химических веществ с помощью различных методов анализа 4. химические элементы, их простые и сложные вещества, а также закономерности превращения этих веществ	ОПК-1
4	Сколько химических элементов периодической системы Д.И. Менделеева относятся к тяжелым металлам? 1. 30 2. 35 3. 40 4. более 40	ОПК-1

3	<p>Какой из металлов является высокотоксичным, кумулятивным (т. е. способным накапливаться в организме) ядом?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. кальций 2. железо 3. ртуть 4. натрий 	ОПК-1
1	<p>Какой из перечисленных металлов нетоксичен?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. кальций 2. кадмий 3. свинец 4. алюминий 	ОПК-1
2	<p>Характерный симптом дефицита йода в организме человека.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. анемия 2. нарушение работы щитовидной железы 3. бесплодие 4. склонность к кариесу 	ОПК-1
1	<p>Каким образом в ряду веществ $Mn(OH)_2$, $Mn(OH)_3$, $HMnO_4$ изменяются свойства:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. усиливаются кислотные свойства 2. ослабевают окислительные свойства 3. усиливаются основные свойства 4. увеличивается термическая устойчивость 	ОПК-1