



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ БИОНЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Кафедра Неорганической химии

Образовательная программа

Направления 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия

Профиль подготовки

Неорганическая химия

Уровень высшего образования

специалитет

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: **вариативная**

Махачкала 2017 год

Рабочая программа дисциплины «Основы бионеорганической химии» составлена в 2015 году и доработана в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия (уровень Специалитет)

от « 12 » 09 2016 г. № 1174 .

Разработчик: кафедра неорганической химии, Гаджибалаева З.М., к.х.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры неорганической химии
от « 14 » 02 2017 г., протокол № 4

Зав. кафедрой Магомедбеков У.Г.

на заседании Методической комиссии химического факультета
от « 17 » февраля 2017 г., протокол № 6 .

Председатель Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

« » 20 г.

+

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина **«Основы бионеорганической химии»** входит в **вариативную** часть обязательные дисциплины (Б1.В.ОД.12) часть образовательной программы **специалитета** по специальности **04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия**

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой неорганической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием и развитием у студентов профессиональных и специальных компетенций, позволяющих им на базе освоенных теоретических и практических основ бионеорганической химии осуществлять профессиональную деятельность.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных компетенций **ПК-1,2,5,7**.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: **лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа**.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме **контрольная работа, тестирование, коллоквиум** и промежуточный контроль в форме **зачета**.

Объем дисциплины **2** зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- мestr	Учебные занятия						Форма проме- жуточной атте- стации	
	в том числе							
	контактная работа обучающихся с преподавателем							СРС, в том числе экза- мен
	Все го	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	Кон- сульта- ции			
9	72	14	22	-	-	-	36	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Программа курса «Основы бионеорганической химии» предназначена для студентов химического факультета, специальности 04.05.01- Фундаментальная и прикладная химия.

Основной задачей данного курса является формирование у студентов теоретических представлений о роли металлов – биогенных элементов в разнообразных биохимических процессах, что должно в целом способствовать расширению представления у студентов о предмете неорганической химии.

Лекционный курс знакомит слушателей с важнейшими разделами современной биокоординационной химии.

Практикум ставит целью приобретение студентами знаний о современных физико-химических методах исследования металлсодержащих биологических структур, изучению механизмов их образования.

Каждая из предложенных работ рассчитана на 6-10 часов аудиторных занятий и 4-6 часов самостоятельной работы.

При выполнении лабораторных работ студент должен продемонстрировать понимание химического аспекта рассматриваемых задач, умение пользоваться основными физико-химическими методами. Основное внимание обращается на выработку у студентов умения и навыков проведения эксперимента, самостоятельной обработки и интерпретации полученных результатов.

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Основы бионеорганическая химия» является вариативным курсом в системе химического образования.

Курс бионеорганической химии для бакалавров 5 курса химического факультета университета строится на базе знаний по химии, биологии и физике, объём которых определяется программами средней общеобразовательной школы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенция	знания, умения, навыки	процедура освоения
ПК-1	знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование

	<p>уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам.</p> <p>владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов.</p>	<p>Письменный опрос, коллоквиум</p> <p>Круглый стол, деловая игра</p>
ПК-2	<p>знать: знать уровни организации вещества и химических систем</p> <p>уметь: уметь для каждого из уровней идентифицировать исходные структуры, определять их взаимосвязи, принципы организации, условие функционирования, механизмы сохранения и пределы устойчивости</p> <p>владеть: навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований</p>	<p>устный опрос, письменный опрос, тестирование</p>
ПК-5	<p>знать: принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов</p> <p>уметь: работать в коллективе, эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности</p> <p>владеть: приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи и обязанности</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p> <p>Письменный опрос, коллоквиум</p> <p>Круглый стол, деловая игра</p>
ПК-7	<p>знать: содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности.</p> <p>уметь: самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности; планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личност-</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p> <p>Письменный опрос, коллоквиум</p>

	ных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности.	
	владеть: технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности, технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.	Круглый стол, деловая игра

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы (72 часа).

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные	Контроль самост.		
Модуль I. Предмет и задачи бионеорганической химии. Общие сведения о биополимерах.									
1	Тема 1. Предмет и задачи бионеорганической химии. Общие сведения о биополимерах.	9	1-3	3		6		9	Тестирование, письменная контрольная работа
2	Тема 2. Фиксация азота и азотный	9	4-6	4		5		9	Тестирование, письменная кон-

	цикл.							трольная работа
	Итого по модулю 1:	9	4-6	7		11		18
Модуль 2. Экологические вопросы бионеорганической химии.								
3	Тема 3. Экологические вопросы бионеорганической химии.	9	7-9	4		6		9
4	Тема 4. Подготовка к зачету	9	10	3		5		9
	Итого по модулю 2:	9	10	7		11		18
	Всего			14		22		36

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Лекционный курс «Основы бионеорганической химии» начинается с раздела "Общие сведения о биополимерах», в котором студентам сообщаются сведения о строении биополимеров, а также рассматриваются основные понятия бионеорганической химии. Также даются понятия о биокоординационных соединениях и их практическом значении.

Модуль 1 (лекции)

1. Предмет и задачи бионеорганической химии. Общие сведения о биополимерах. Пептиды, белки. Ферменты. Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты.
2. Биогенные элементы. Координационные соединения металлов с биолигандами. "Металлы жизни" неметаллические микроэлементы положение в периодической системе. Свойства ионов s- и d-металлов. Некоторые примеры металл-биоорганических комплексов.
3. Металлоферменты. Механизмы действия ферментов. Кинетика ферментативного катализа. Металлоферменты и металлаktivируемые ферменты в реакциях гидролиза и переноса групп.
4. Окислительно-восстановительные процессы в биологических системах. Типы реакций биологического окисления. Модели электронного транспорта. Порфириновая система. Железосодержащие гемопотеины. Медьсодержащие белки. Молибденсодержащие ферменты.
5. Белки – переносчики кислорода. Транспорт и хранение молекулярного кислорода. Реакции кислорода. Модели переносчиков кислорода. При-

родные переносчики кислорода: гемоглобин, миоглобин; модельные порфириновые соединения.

Модуль 2

6. Накопление и транспорт железа. Транспорт и накопление, поглощение и обмен железа. Трансферрин и ферритин.
7. Фиксация азота и азотный цикл. Биохимия фиксации азота. Азотный цикл. Азотные комплексы и их реакционная способность. Химия нитрификации.
8. Щелочные и щелочноземельные металлы в биологических процессах. Комплексы катионов s-элементов. Мембраны, транспорт и методы изучения транспорта катионов s-элементов. Физиологическая роль натрия, калия, магния, кальция; натриевый насос.
9. Методы исследования биокоординационных соединений. Методы измерения констант образования комплекса, факторы, влияющие на стабильность комплексов металлов. Рентгеноструктурный анализ. Спектральные методы (КР-, ИК-, УФ- спектроскопия). ЯМР. ЭПР. Мессбауэровская спектроскопия. Масс-спектрометрия. Методы изучения кинетики модельных систем и металлоферментов.
10. Практическое значение биокоординационных соединений. Ионы металлов и хелатирующие агенты в медицине (химиотерапия, противоопухолевые средства, хелатотерапия).
11. Экологические вопросы бионеорганической химии. Химические загрязнители в окружающей среде. Метаболическое превращение, биоаккумуляция, распределение в цепи питания.

Лабораторные работы

№ № п/п	Названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Раздел 1. Теоретические основы общей и неорганической химии			
Модуль I			
1.	Металлоферменты. Лабораторная работа № 1	Интерпретация электронных спектров комплексных соединений биометаллов с биолигандами с помощью диаграмм Танабе-Сугано.	Составление уравнений протекших реакций
2.	Металлоферменты.	Кинетические исследо-	Составление

	Лабораторная работа № 2	вания. Окисление Fe(II) в составе комплекса с салициловой кислотой в процессе аэрации.	уравнений проработанных реакций
3.	Переносчики кислорода. Лабораторная работа № 3	Реакции кислорода. Модели переносчиков кислорода. Взаимодействие молекулярного кислорода с комплексами железа(II) с диоксимом и азотистым основанием	Составление уравнений проработанных реакций
4.	Переносчики кислорода. Лабораторная работа № 4	влияние ионов биометаллов и токсичных металлов на активность ферментов	Составление уравнений проработанных реакций
5.	Методы исследования биokoординационных соединений. Лабораторная работа № 5	Спектральные методы (КР-, ИК-, УФ- спектроскопия) в исследованиях биokoординационных соединений.	Составление уравнений проработанных реакций
Модуль 2			
6.	Методы исследования биokoординационных соединений. Лабораторная работа № 6	Рентгеноструктурные методы в исследовании металлопротеинов.	Составление уравнений проработанных реакций
7.	Методы исследования биokoординационных соединений. Лабораторная работа № 7	Резонансные методы исследования биолигандов	Составление уравнений проработанных реакций
8.	Методы исследования биokoординационных соединений. Лабораторная работа № 8	Масс-спектрометрические методы исследования биолигандов (примеры интерпретации МС ЭУ дипептидов).	Составление уравнений проработанных реакций
9.	Практическое значение биokoординационных соединений. Лабораторная работа № 9	Ионы металлов и хелатирующие агенты в медицине (химиотерапия, противоопухолевые средства, хелатотерапия)	Составление уравнений проработанных реакций
10.	Неметаллы как микроэлементы. Лабораторная работа	Неметаллы как микроэлементы	Составление уравнений проработанных реакций

	№ 10		
11.	Экологические вопросы бионеорганической химии (семинар). Лабораторная работа № 11	Химические загрязнители в окружающей среде. Метаболическое превращение, биоаккумуляция, распределение в цепи питания	Составление уравнений протекших реакций

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе при проведении занятий по неорганической химии инновационных (объяснительно-иллюстративное обучение, предметно-ориентированное обучение, профессионально-ориентированное обучение, проектная методология обучения, организация самостоятельного обучения, интерактивные методы обучения) и традиционных (лекция-визуализация, лекция-презентация, компьютерные симуляции, лабораторная работа, самостоятельная работа) технологий обучения в сочетании с внеаудиторной самостоятельной работой (доклады, рефераты, экскурсии на химические объекты и др.) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет не менее 20 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов составляют 44 % аудиторных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

1. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Решение задач.
3. Подготовка к коллоквиуму.
4. Подготовка к экзамену.

В помощь выполнения самостоятельной работы в разделе 8 приведена литература.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение
Предмет и задачи бионеорганической химии. Общие сведения о биополимерах.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. разделы 8-10 данного документа
Биогенные элементы. КС	Проработка учебного ма-	См. разделы 8-10

металлов с биолигандами.	материала по конспектам лекций.	данного документа
Металлоферменты. Кинетика ферментативного катализа.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. разделы 8-10 данного документа
Металлоферменты и метал-лаktivируемые ферменты в реакциях гидролиза и переноса групп.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. разделы 8-10 данного документа
Интерпретация эл.спек. КС биометаллов с биолигандами с помощью диаграмм Танабе-Сугано	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. разделы 8-10 данного документа
Окисл.-восст. процессы в биологических системах.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. разделы 8-10 данного документа
Взаимодействие молекулярного кислорода с комплексами железа(II) с диоксидом и азотистым основанием	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Кинет. иссл. (1) Окисление Fe(II) в составе комплекса с салициловой кислотой в процессе аэрации.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Белки – переносчики кислорода.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Неметаллы как микроэлементы (семинар).	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Фиксация азота и азотный цикл.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Накопление и транспорт железа.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Методы измерения констант образования комплекса.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Щелочные и щзм металлы в биологических процессах.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа

Кинет. иссл. (2) Автоколебательные процессы в системе аминокислота–оксигенированный комплекс Fe(II).	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Спектроскопия КР в исследованиях КС.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
РСТ методы в исследовании металлопротеинов.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Методы исследования БКС.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Резонансные методы исследования биолигандов.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
МС методы исследования биолигандов.	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Ионы металлов и хелатирующие агенты в медицине (семинар).	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа
Экологические вопросы бионеорганической химии. Токсичные металлы и их биокомплексы. (семинар).	Проработка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-10 данного документа

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение задач.
3. Промежуточная аттестация в форме коллоквиума.

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения.

Промежуточный контроль проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся задачи, уравнения.

Итоговый контроль проводится либо в форме устного экзамена, либо в форме компьютерного тестирования.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены, и студент не может показать владение материалом.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	знания, умения, навыки	процедура освоения
ПК-1	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам.	Письменный опрос, коллоквиум
	владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов.	Круглый стол, деловая игра
ПК-2	знать: знать уровни организации вещества и химических систем	устный опрос, письменный опрос, тестирование
	уметь: уметь для каждого из уровней идентифицировать исходные структуры, определять их взаимосвязи, принципы организации, условие функционирования, механизмы сохранения и пределы устойчивости	
	владеть: навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	

ПК-5	знать: принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов	устный опрос, письменный опрос, тестирование
	уметь: работать в коллективе, эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности	письменный опрос, коллоквиум
	владеть: приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи и обязанности	круглый стол, деловая игра
ПК-7	знать: содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности.	устный опрос, письменный опрос, тестирование
	уметь: самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности; планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности.	письменный опрос, коллоквиум
	владеть: технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности, технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.	круглый стол, деловая игра

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций,

описание шкал оценивания.

ПК-1-способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	умеет представление о содержании отдельных химических дисциплин, знает терминологию, основные законы химии, но допускает неточности в формулировках	умеет представление о содержании основных учебных курсов по химии, знает терминологию, основные законы и понимает суть общих закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	умеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
	Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии	Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов химии	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии
	Уметь: выполнять стандартные действия (классификация ве-	Умеет интерпретировать результаты относительно про-	Умеет составлять схемы процессов с использовани-	У умеет прогнозировать результаты

	ществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	стных химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	ем знаний основных химических дисциплин, но допускает отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов	несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Владеет навыками воспроизведения основного учебного материала по основным химическим дисциплинам	Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по основным химическим дисциплинам и обсуждения освоенного материала	Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам

ПК-2- владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен проде-	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

	монстрировать)			
Порого- вый	Знать: основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач	Знает основные правила «компьютерной гигиены», требования информационной безопасности применительно к профессиональной сфере деятельности	Знает типы операционных систем и основные возможности Microsoft Office для решения задач профессиональной сферы деятельности	Знает основные правила и приемы составления библиографических баз данных с использованием стандартного программного обеспечения
	Знать: основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности	Знает структуру и содержание основных российских научных и образовательных порталов по химии, но допускает отдельные неточности	Знает структуру и содержание основных российских научных и образовательных порталов по химии, правила составления поисковых запросов	Знает структуру и содержание основных российских и международных научных и образовательных порталов по химии, правила составления поисковых запросов
	Уметь: применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке научных публикаций и до-	Умеет использовать основные функции наиболее распространенных программных продуктов при обработке эксперименталь-	Умеет использовать стандартное программное обеспечение при обработке экспериментальных данных и подготовке научных	Умеет использовать несколько программных продуктов для обработки экспериментальных данных и

	кладов	ных данных и подготовке научных публикаций и докладов	публикаций и докладов	подготовки научных публикаций и докладов
	Уметь: проводить первичный поиск информации для решения профессиональных задач	Умеет составить запрос для поиска необходимой научной и образовательной информации после консультации со специалистом более высокой квалификации	Умеет корректно составить запрос для поиска общей информации по заданной теме на научных и образовательных порталах в сети Интернет	Умеет находить общую информацию для решения профессиональных задач
	Владеть: базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований и представления их научному сообществу	Владеет первичными навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, набора текстов и построения простых графиков	Владеет базовыми навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, форматирования текстов, построения графиков и рисунков	Способен в сжатые сроки освоить новое программное обеспечение под руководством специалиста более высокой квалификации, способен подготовить тезисы доклада и презентацию по заданной теме при наличии шаблона
	Владеть: навыками работы с	Владеет начальными	Владеет навыками составления запро-	Владеет навыками

	научными и образовательными порталами	навыками работы с научными и образовательными порталами	сов для поиска необходимой информации на научных и образовательных порталах в сети Интернет	получения общей научно-технической информации в сети Интернет
--	---------------------------------------	---	---	---

ПК-5 – Способность приобретать новые научные знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь: работать в коллективе, эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень умений
	Владеть: приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи и обязанности	Демонстрирует частичные владения без грубых ошибок	Владеет базовыми приемами	Демонстрирует владения на высоком уровне

ПК-7 – Способность представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности.	Демонстрирует частичное знание содержания процессов самоорганизации и самообразования, некоторых особенностей и технологий реализации, но не может обосновать их соответствие запланированным целям профессионального совершенствования.	Демонстрирует знание содержания и особенностей процессов самоорганизации и самообразования, но дает неполное обоснование соответствия выбранных технологий реализации процессов целям профессионального роста.	Владеет полной системой знаний о содержании, особенно в аспектах процессов самоорганизации и самообразования, аргументированно обосновывает принятые решения при выборе технологий их реализации с учетом целей профессионального и личностного развития.
	Уметь: планировать цели и устанавливать приори-	При планировании и установлении приори-	Планируя цели деятельности с учетом	Готов и умеет формировать

<p>ритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности.</p>	<p>тетов целей профессиональной деятельности не полностью учитывает внешние и внутренние условия их достижения.</p>	<p>условий их достижения, дает не полностью аргументированное обоснование соответствия выбранных способов выполнения деятельности намеченным целям.</p>	<p>приоритетные цели деятельности, давая полную аргументацию принимаемым решениям при выборе способов выполнения деятельности.</p>
<p>У меть: самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности.</p>	<p>Владеет отдельными методами и приемами отбора необходимой для усвоения информации, давая не полностью аргументированное обоснование ее соответствия целям самообразования.</p>	<p>Владеет системой отбора содержания обучения в соответствии с намеченными целями самообразования, но при выборе методов и приемов не полностью учитывает условия и личностные возможности овладения этим содержанием.</p>	<p>Умеет строить процесс самообразования с учетом внешних и внутренних условий реализации.</p>
<p>Владеть: технологиями организации процесса самообразования; приемами целе-</p>	<p>Владеет отдельными приемами организации собственной познава-</p>	<p>Владеет системой приемов организации процесса самообразо-</p>	<p>Демонстрирует возможность переноса техно-</p>

	<p>полагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.</p>	<p>тельной деятельности, осознавая перспективы профессионального развития, но не давая аргументированное обоснование адекватности отобранной для усвоения информации целям самообразования.</p>	<p>вания только в определенной сфере деятельности.</p>	<p>логии организации процесса самообразования, сформированной в одной сфере деятельности, на другие сферы, полностью обосновывая выбор используемых методов и приемов.</p>
	<p>Владеть: приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности</p>	<p>Владеет отдельными приемами саморегуляции, но допускает существенные ошибки при их реализации, не учитывая конкретные условия и свои возможности при принятии решений.</p>	<p>Демонстрирует возможность и обоснованность реализации приемов саморегуляции при выполнении деятельности в конкретных заданных условиях.</p>	<p>Демонстрирует обоснованный выбор приемов саморегуляции при выполнении деятельности в условиях неопределенности.</p>

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Вопросы по текущему контролю

Модуль 1

1. Окислительно-восстановительные процессы в биологических системах. Типы реакций биологического окисления. Модели электронного транспорта.

2. Кинетика ферментативного катализа. Методы изучения кинетики модельных систем и металлоферментов.

3. Молекула кислорода может координироваться и к гемоглобину, и к миоглобину. В чем преимущество использования этих разных комплексов?

4. Определите степень окисления железа в тиолатных комплексах состава $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{SR})_4]^{2-}$ и $[\text{Fe}_4\text{S}_4(\text{SR})_4]^{2-}$ и объясните, почему попытки получить модели 2Fe,2S–ферредоксинов приводили к структуре 4Fe,4S–ферредоксинов?

5. Укажите конфигурацию d-орбиталей и с помощью диаграммы Танабе-Сугано предскажите основной терм высокоспинового комплекса $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$

Модуль 2

6. Железосодержащие гемопroteины. Цитохромы.

7. Фиксация азота и азотный цикл. Биохимия фиксации азота. Азотный цикл. Азотные комплексы и их реакционная способность. Химия нитрификации.

8. Какими двумя способами белковая часть фермента способствует специфичности процесса внешнесферного переноса электрона (от одного типа окислителя к другому типу восстановителя)?

9. Радиус иона Fe^{2+} в высокоспиновом состоянии больше радиуса полости в центре порфиринового кольца, в то время как в низкоспиновом состоянии Fe^{2+} несколько меньше этой полости.

а) Напишите электронную конфигурацию для обоих спиновых состояний в октаэдрическом окружении. Почему радиус высокоспинового иона больше?

б) Приведите примеры лигандов, которые могли бы привести к образованию шестикоординационных высоко- и низкоспиновых комплексов $[\text{Fe}(\text{porph})\text{L}_2]$.

10. Выполняется ли зависимость константы скорости от энергии Гиббса, предсказанная теорией Маркуса, для следующих реакций:

	E^0 , В,	R , А	k , с ⁻¹
$\text{Fe}^{\text{II}}\text{cytb}_5/\text{Fe}^{\text{III}}\text{cytc}$	0,2	8	$1,5 \cdot 10^3$
$\text{Znapocyt}^*/\text{Fe}^{\text{II}}\text{b}_5$	0,8	8	$3 \cdot 10^5$
$\text{H}_2\text{porfc}^*/\text{Fe}^{\text{III}}\text{b}_5$	0,4	8	$1 \cdot 10^4$

Контрольные вопросы к итоговому контролю по дисциплине «Основы бионеорганической химии»

1. Общие сведения о биополимерах. Пептиды, белки.
2. Ферменты. Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты.
3. «Металлы жизни» как кислоты Льюиса. Положение в Периодической системе. Свойства ионов s- и d-металлов. Классификация металл-биоорганических комплексов с позиций жестких/мягких кислот/оснований Льюиса.
4. Металлоферменты и металлаktivируемые ферменты в реакциях гидролиза. Карбоангидраза.
5. Металлоферменты и металлаktivируемые ферменты в реакциях переноса групп. Карбоксипептидазы.
6. Окислительно-восстановительные процессы в биологических системах. Типы реакций биологического окисления. Модели электронного транспорта.
7. Железосодержащие гемопротейны. Цитохромы.
8. Медьсодержащие белки. Молибденсодержащие ферменты.
9. Белки – переносчики кислорода. Транспорт и хранение молекулярного кислорода. Реакции кислорода. Модели переносчиков кислорода.
10. Природные переносчики кислорода: гемоглобин, миоглобин. Порфириновая система; модельные порфириновые соединения.
11. Накопление и транспорт железа. Транспорт и накопление, поглощение и обмен железа. Трансферрин и ферритин.
12. Фиксация азота и азотный цикл. Биохимия фиксации азота. Азотный цикл. Азотные комплексы и их реакционная способность. Химия нитрификации.
13. Щелочные и щелочноземельные металлы в биологических процессах. Комплексы катионов s-элементов. Мембраны, транспорт и методы изучения транспорта катионов s-элементов.
14. Физиологическая роль натрия, калия, магния, кальция; натриевый насос.
15. Методы исследования биokoординационных соединений. Рентгеноструктурный анализ.
16. Методы исследования биokoординационных соединений. Спектральные методы (КР-, ИК-, УФ-спектроскопия) и др.
17. Методы исследования биokoординационных соединений. ЯМР.

ЭПР. Масс-спектрометрия.

18. Кинетика ферментативного катализа. Методы изучения кинетики модельных систем и металлоферментов.

19. Практическое значение биокоординационных соединений. Ионы металлов и хелатирующие агенты в медицине (химиотерапия, противоопухолевые средства, хелатотерапия).

20. Экологические вопросы в бионеорганической химии. Метаболическое превращение, биоаккумуляция, распределение загрязнителей в цепи питания.

21. Типы и изомерия комплексных соединений.

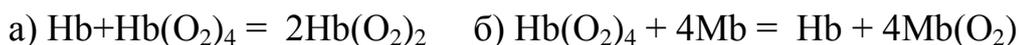
22. Теории строения комплексных соединений.

Б). Задачи и упражнения.

1. Рассмотрите следующие элементы: O, N, K, Ca. Определите, где они концентрируются в животных организмах и какова их основная биологическая роль.

2. Сравните характеристики лигандов, предназначенных для связывания Ca^{2+} с белками, и лигандов, связывающих Fe с переносчиком кислорода – гемоглобином. Чем объясняются их различия?

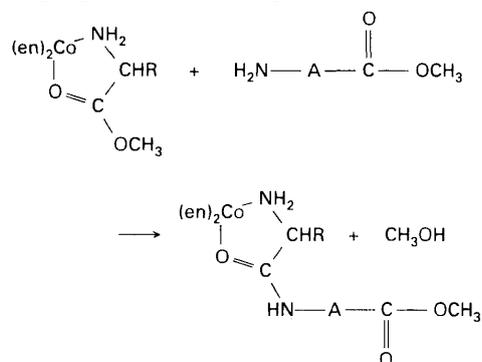
3. На основании кривых насыщения кислородом определите в какую сторону смещено равновесие следующих реакций:



Зависит ли положение равновесия от парциального давления кислорода?

4. Молекула кислорода является σ -донором и π -акцептором. Молекула CO – лиганд того же типа. Можно ли на основе этих фактов предложить механизм отравления монооксидом углерода?

5. Использование комплексов Co(III) для синтеза пептидов может быть проиллюстрировано следующей схемой (здесь А – полипептид произвольной



длины.):

Что является нуклеофилом в этой реакции и какой центр подвергается нуклеофильной атаке?

6. Радиус иона Fe^{2+} в высокоспиновом состоянии больше радиуса полости в центре порфиринового кольца, в то время как в низкоспиновом состоя-

нии Fe^{2+} несколько меньше этой полости.

а) Напишите электронную конфигурацию для обоих спиновых состояний в октаэдрическом окружении. Почему радиус высокоспинового иона больше?

б) Приведите примеры лигандов, которые могли бы привести к образованию шестикоординационных высоко- и низкоспиновых комплексов $[\text{Fe}(\text{porph})\text{L}_2]$.

7. Почему в металлоферментах ионы d-металлов типа Mn, Fe, Co, Cu предпочтительнее, чем ионы Zn, Ga или Ca?

8. Учитывая специфику связывания субстрата с ферментом, объясните, почему измерения констант скоростей самообмена окислительно-восстановительных ферментов сопряжено со значительными трудностями

9. Какими двумя способами белковая часть фермента способствует специфичности процесса внешнесферного переноса электрона (от одного типа окислителя к другому типу восстановителя)?

10. Приведите примеры биологических процессов, в которых участвуют элементы Fe, Mn, Mo, Cu, Zn.

11. Почему простые железопорфириновые комплексы не могут быть переносчиками O_2 ?

12. Длина связи O–O для комплексов $[\text{Co}(\text{CN})_5\text{O}_2]^{3-}$, $[\text{Co}(\text{bzacen})(\text{py})\text{O}_2]$, $[(\text{H}_3\text{N})_5\text{Co}(\text{O}_2)\text{Co}(\text{NH}_3)_5]^{4+}$, $[(\text{H}_3\text{N})_5\text{Co}(\text{O}_2)\text{Co}(\text{NH}_3)_5]^{5+}$, соответственно составляют (А) 1,24, 1,26, 1,47, 1,30. Путем сопоставления этих величин с длиной связи O–O в молекулах кислорода, KO_2 , BaO_2 (1,21, 1,34, 1,49) определите насколько полно происходит перенос электрона с ионов $\text{Co}(2^+)$ на молекулу кислорода.

13. Учитывая лабильность и льюисову кислотность катионов металла, предскажите как изменится селективность в связывании лигандов при замене в активном центре ионов Zn^{2+} на Ca^{2+} .

14. Учитывая лабильность и льюисову кислотность катионов Cu^+ и Cu^{2+} , предскажите какие реакции способны катализировать ферменты, содержащие в активном центре указанные ионы?

15. Предложите схемы восстановления катионов меди и железа в тиолатных комплексах состава $[\text{Cu}(\text{II})\text{L}_n(\text{SR})]$ и $[\text{Fe}(\text{III})\text{L}_n(\text{SR})]$

16. Определите степень окисления железа в тиолатных комплексах состава $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{SR})_4]^{2-}$ и $[\text{Fe}_4\text{S}_4(\text{SR})_4]^{2-}$ и объясните, почему попытки получить модели $2\text{Fe}, 2\text{S}$ -ферредоксинов приводили к структуре $4\text{Fe}, 4\text{S}$ -ферредоксинов?

17. Выполняется ли зависимость константы скорости от энергии Гиббса, предсказанная теорией Маркуса, для следующих реакций:

	E^0 , В,	R , А	k , с^{-1}
$\text{Fe}^{\text{II}}\text{cytb}_5/\text{Fe}^{\text{III}}\text{cytc}$	0,2	8	$1,5 \cdot 10^3$
$\text{Znapocyt}^*/\text{Fe}^{\text{II}}\text{b}_5$	0,8	8	$3 \cdot 10^5$
$\text{H}_2\text{porfc}^*/\text{Fe}^{\text{III}}\text{b}_5$	0,4	8	$1 \cdot 10^4$

18. Подтверждают ли экспериментальные результаты, полученные для следующих систем, экспоненциальную зависимость внутреннего барьера переноса электрона от расстояния?

	E^0 , В,	R , А	k , с ⁻¹
Fe ^{II} cytb ₅ /Fe ^{III} cytc	0,2	8	1,5*10 ³
RuHis/азурин	0,2	10	2,5

19. Подтверждают ли экспериментальные результаты, полученные для следующих систем, экспоненциальную зависимость внутреннего барьера переноса электрона от расстояния?

	E^0 , В,	R , А	k , с ⁻¹
H ₂ porfc*/Fe ^{III} b ₅	0,4	8	1*10 ⁴
Fe ^{II} csp/Fe ^{III} cytc	0,4	16	0,025

20. Как распределяются d-электроны железа в цитохроме P-450. Укажите порядок заполнения АО.

21. На основании спектра и диаграммы Танабе-Сугано рассчитайте параметры Δ_0 и V для комплекса $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$

22. С помощью диаграммы Танабе-Сугано предскажите волновые числа первых двух, разрешенных по спину полос в спектре $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ (параметры Δ_0 и V соответственно равны 17600 см⁻¹ и 700см⁻¹).

23. Укажите конфигурацию d-орбиталей и с помощью диаграммы Танабе-Сугано предскажите основной терм высокоспинового комплекса $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$

24. С помощью диаграммы Танабе-Сугано рассчитайте параметры Δ_0 и V для комплекса $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ (поглощение при 10750, 17500, 28200 см⁻¹).

25. С помощью диаграммы Танабе-Сугано рассчитайте параметры Δ_0 и V для комплекса $[\text{Ni}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ (поглощение при 8500, 15400, 26000 см⁻¹).

26. В соответствии с диаграммой Танабе-Сугано приведите обозначение основного состояния октаэдрического комплекса Fe(II), обладающего большой парамагнитной восприимчивостью.

27. Объясните, почему $[\text{FeF}_6]^{3+}$ бесцветный, в то время как $[\text{CoF}_6]^{3+}$ окрашен, но имеет единственную полосу поглощения в видимой области.

28. Спектр $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ содержит очень слабую полосу в красной области и две полосы средней интенсивности в видимой и в ближней УФ области. Как можно интерпретировать эти переходы.

29. Изобразите постадийно схему ферментативного процесса, в котором комплексы металла действует как а) кислота Бренстеда; б) кислота Льюиса.

30. Чем отличаются источники электронов в реакции возбужденного состояния хлорофилла и в реакции Fe(II)-состояния цитохрома? Мог бы цитохром выполнять свою функцию, если бы он содержал ион Mg²⁺?

31. В ферментах животных организмов ионы металлов часто окружены донорными атомами азота. Приведите несколько примеров таких природных лигандов. К каким ионам они обычно координированы?

32. Объясните, почему процесс упаковки белковой цепи в природе контролируется ионами типа Ca^{2+} , Zn^{2+} и Cu^{2+} , а не Be^{2+} , Al^{3+} или Cr^{3+} .

33. Почему в природе для переноса молекулы кислорода используются стерически затрудненные лиганды типа гемоглобина?

34. Молекула кислорода может координироваться и к гемоглобину, и к миоглобину. В чем преимущество использования этих разных комплексов?

35. В чем причина токсичности CO для млекопитающих? (Рассмотрите природу связи металлов с CO.)

36. Какими свойствами иона Zn^{2+} можно объяснить его частое присутствие в активных центрах гидролитических ферментов?

37. Почему железо-серные активные центры часто встречаются в ферментах, катализирующих окислительно-восстановительные реакции?

38. Благодаря каким свойствам иона марганца он больше подходит на роль составляющей окислительно-восстановительного центра в ФСП по сравнению с ионами меди или никеля?

39. ИК-спектр неизвестного бифункционального соединения X (в вазелиновом масле) содержит следующие характеристические полосы (cm^{-1}): 3100-2000 (широкая), 1610, 1580, 1505, 1405, 525. МС ЭУ (70 эВ) его метилового эфира представлен пиками с m/z (интенсивность, %): 145(2), 114(10), 86(6), 88(60) и 57(100). На основании представленных спектров предложите структурную формулу X.

40. ИК-спектр неизвестного соединения X, склонного к образованию пептидной связи, содержит следующие характеристические полосы (cm^{-1} , вазелиновое масло): 3100-2000 (широкая), 2550, 2401, 1610, 1580, 1505, 1405, 525. МС ЭУ (70 эВ) его N-ацетильного производного представлен пиками с m/z (интенсивность, %): 149(12), 104(6), 90(23), 62(100) и 43(40). На основании представленных спектров предложите структурную формулу X.

41. $K_{\text{обр}}$ пиридинового комплекса серебра $\text{Ag}(\text{py})_2^+$ равна 10^{10} . Если исходный раствор имеет концентрацию 0,1 М по серебру и 1,0 М по пиридину, то какова равновесная концентрация ионов серебра, пиридина и комплекса?

42. К раствору аминокислотного комплекса никеля с концентрацией 0,1 моль/л прибавили раствор этилендиамина. Как изменится равновесие в системе? Ответ подтвердите расчетом: $\text{Ni}(\text{His})_2^{2+} K_{\text{en}} = 4 \cdot 10^{18}$; $K_{\text{His}} = 8 \cdot 10^{15}$.

43. К раствору аминокислотного комплекса никеля с концентрацией 0,1 моль/л прибавили раствор этилендиамина. Как изменится равновесие в системе? Ответ подтвердите расчетом: $\text{Ni}(\text{Cys})_2^{2+} K_{\text{en}} = 4 \cdot 10^{18}$; $K_{\text{Cys}} = 2 \cdot 10^{19}$.

44. К раствору аминокислотного комплекса никеля с концентрацией 0,1 моль/л прибавили раствор этилендиамина. Как изменится равновесие в системе? Ответ подтвердите расчетом: $\text{Ni}(\text{Asp})_2^{2+} K_{\text{en}} = 4 \cdot 10^{18}$; $K_{\text{Asp}} = 4 \cdot 10^{10}$.

45. Сколько структурных изомеров возможно у вещества с эмпирической формулой $\text{FeBrCl} \cdot 3\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$? Сколько различных геометрических

изомеров имеет каждый из структурных изомеров этого вещества? Сколько из этих геометрических изомеров можно попарно сгруппировать в оптические изомеры:

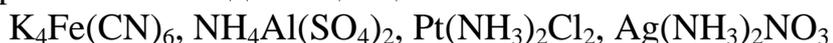
46. 50 мл 2 М раствора аммиака добавляют к 50 мл 0,2 М раствора соли следующего металла. Какова окончательная концентрация гидратированных (не связанных в комплекс) ионов металла? $K_{обр} \{Co(NH_3)_6^{3+}\} = 1 \cdot 10^5$

47. 50 мл 2 М раствора аммиака добавляют к 50 мл 0,2 М раствора соли следующего металла. Какова окончательная концентрация гидратированных (не связанных в комплекс) ионов металла, если $K_{обр} \{Cu(NH_3)_4^{2+}\} = 1 \cdot 10^{12}$?

48. На основании установленной С.Аррениусом зависимости изменения молярной электропроводности растворов от состава электролитов в ряду: 1:1 < 1:2(2:1) < 1:3(3:1) и т.д. расположите следующие соли в порядке уменьшения электропроводности их растворов. Концентрации растворов во всех случаях принять равной, например, 0,01 М. Ответ подтвердите уравнениями электролитической диссоциации:



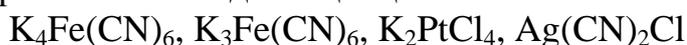
49. На основании установленной С.Аррениусом зависимости изменения молярной электропроводности растворов от состава электролитов в ряду: 1:1 < 1:2(2:1) < 1:3(3:1) и т.д. расположите следующие соли в порядке уменьшения электропроводности их растворов. Концентрации растворов во всех случаях принять равной, например, 0,01 М. Ответ подтвердите уравнениями электролитической диссоциации:



50. На основании установленной С.Аррениусом зависимости изменения молярной электропроводности растворов от состава электролитов в ряду: 1:1 < 1:2(2:1) < 1:3(3:1) и т.д. расположите следующие соли в порядке уменьшения электропроводности их растворов. Концентрации растворов во всех случаях принять равной, например, 0,01 М. Ответ подтвердите уравнениями электролитической диссоциации:



51. На основании установленной С.Аррениусом зависимости изменения молярной электропроводности растворов от состава электролитов в ряду: 1:1 < 1:2(2:1) < 1:3(3:1) и т.д. расположите следующие соли в порядке уменьшения электропроводности их растворов. Концентрации растворов во всех случаях принять равной, например, 0,01 М. Ответ подтвердите уравнениями электролитической диссоциации:



52. Комплексные соединения какого состава способны образовывать следующие ионы металлов и лиганды. Приведите формулы и укажите названия соединений:



53. Комплексные соединения какого состава способны образовывать следующие ионы металлов и лиганды. Приведите формулы и укажите названия соединений:

Fe(III), Fe(II), CN, CNS, NH₃, Cl, K

Примерная тематика рефератов

1. Выделение элементов и их соединений из состава морской воды.
2. Неорганические полимеры.
3. Комплексные соединения элементов семейства железа.
4. Химический состав Земли и космоса.
5. Соединения серы и окружающая среда.
6. Химия атмосферного озона.
7. Проблема связанного азота.
8. Бионеорганическая химия и медицина.
9. Металлы живого организма.
10. Неорганическая химия и медицина.
11. Применение комплексных соединений.
12. Радиоактивные изотопы и их применение.
13. Азот в природе.
14. Минеральные удобрения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- выполнение домашнего задания и допуск к лабораторным работам – 25 баллов,
- выполнение и сдача лабораторных работ – 25 баллов,
- письменные контрольные работы – 20 баллов,
- тестирование – 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

Коллоквиум – 100 баллов

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) Основная литература

1. Хьюз М. Неорганическая химия биологических процессов. М.: Мир, 1983
2. Неорганическая биохимия. В 2-х т. /Ред. Эйхгорн. М.: Мир, 1978

3. Яцимирский К.Б. Введение в бионеорганическую химию. Киев: Наукова Думка, 1976
 4. Уильямс Д. Металлы жизни. М.: Мир, 1975
 5. Хухрянский В.Г., Цыганенко И.Я., Павленко И.В. Химия биогенных элементов. Киев. Вища школа, 1984
 6. Магомедбеков У.Г. Практикум по биокоординационной химии. Грозный, 1991.
 7. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. Л.: Химия, 1986.
- б) дополнительная литература:
8. Дикерсон Р., Грей Г., Хейт Дж. Основные законы химии. М.: Мир, 1982. Т. 1,2.
 9. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 1997. 527 с.
 10. Л. Мейтис. Введение в курс химического равновесия и кинетики. М.: Мир, 1984. 480 с.
 11. Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. М.: Высш. хим. колледж РАН, 1997.
 12. Ардаминова Е.И., Мазо Г.Н., Тамм М.Е. Вопросы и задачи к курсу неорганической химии. М.: Изд-во МГУ, 2000.
 13. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т.2 М.: Химия, 1973. 689 с.
 14. Электронные образовательные научной библиотеки ДГУ edu.dgu.ru
 15. Строев Е.А. Биологическая химия. М.: Высш. шк., 1986.
 16. Ленинджер. А. Биохимия. /пер. с англ. – М.: Мир, 1974
 17. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. М.: Высш. шк., 1985. 455 с.
 18. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. Л.: Химия, 1986.
 19. Кольцова Э.М., Гордеев Л.С. Методы синергетики в химии и химической технологии, М. Химия. 1999
 20. Тинсли И. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде. / пер. с англ. – М.: Мир, 1982
 21. Магомедбеков У.Г. Спектрофотометрическое исследование комплексобразования в растворах. Уч. пособие. Грозный, 1991.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/thermo/welcome.html>.

<http://www.alhimik.ru/cafedra/prac/etset501.html>.

<http://rushim.ru/books/neorganika/neorganika.htm>.

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/inorg.html>.

http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/edu_inorganic.html.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Методические указания студентам раскрывают рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, лабораторных работ и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания мотивируют студента к самостоятельной работе и не подменяют учебную литературу.

В рабочей программе указан перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, соответствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы и ориентирует студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составлены по разделам и темам, по которым необходимо дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Основы бионеорганической химии» используются следующие информационные тех-

нологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

В соответствии с требованиями ФГОСЗ+ кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждых двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы.

1. Набор лабораторной посуды.
2. Необходимые реактивы.