

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ БИОНЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Кафедра неорганической химии и химической экологии

Образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) программы
Неорганическая химия

Уровень высшего образования
Специалитет

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений

Махачкала 2021

Рабочая программа дисциплины «Основы бионеорганической химии» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» от «13» 07 2017 г №652

Разработчики: кафедра неорганической химии и химической экологии, к.х.н., доцент Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры неорганической химии и химической экологии
от «31» 05 2021г., протокол № 9

Зав. кафедрой



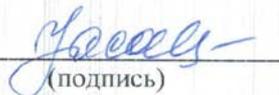
(подпись)

Исаев А.Б.

(Ф.И.О)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «18» 06 2021г., протокол № 10

Председатель



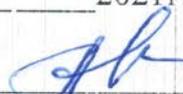
(подпись)

Гасангаджиева У.Г.

(Ф.И.О)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «09» 07 2021г.

Начальник УМУ



(подпись)

Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Основы бионеорганической химии» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой неорганической химии и химической экологии.

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: общепрофессиональных – ОПК-6, профессиональных – ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5

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 экзамена.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе 108 ч академических часов по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации				
9	108	68	32	70			40	экзамен	

1. Цели освоения дисциплины

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

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 ОПОП специалитета

Дисциплина «Основы бионеорганической химия» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Курс бионеорганической химии для специалистов 5 курса химического факультета университета строится на базе знаний и навыков, полученных студентами при проведении занятий по общим курсам химического и физико-математического направлений.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-6 Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.1. Грамотно составляет отчет о проделанной работе в письменной форме	Знает: требования к рабочему журналу химика; правила составления протоколов отчетов химических опытов; требования к представлению результатов исследований в виде курсовых и квалификационных работ. Умеет: представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии; представить результаты химических исследований в соответствии с требованиями к квалификационным работам. Владеет: опытом представления результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ в виде протоколов испытаний, отчетов, курсовых и квалификационных работ	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	ОПК-6.2. Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке	Знает: требования к тезисам и научным статьям химического профиля; Умеет: составить тезисы доклада и отдельные разделы статьи на русском и английском языке Владеет: навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде	Проведение лабораторных работ.
	ОПК-6.3. Представляет	Знает: грамматику, орфографию и орфоэпию	прием лабора-

	ет результаты работы в устной форме на русском и английском языках	русского и английского языка. Умеет: представить результаты исследований в виде постера; формулировать вопросы к членам профессионального сообщества и отвечать на вопросы по теме проведенного исследования; грамотно и логично изложить результаты проделанной работы в устной форме на русском и английском языке. Владеет: свободно русским и английским языком.	торных работ, оформление лабораторного журнала
ПК-1. Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.1. Собирает информацию по тематике научного проекта в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных	Знает: Знает перечень открытых источников информации и специализированных баз данных в области неорганической химии. Умеет: пользоваться электронными ресурсами и базами данных, а так же периодически изданиями в области неорганической химии. Владеет: навыками сбора информации по тематике научного проекта в области неорганической химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных, в том числе Scopus и Web of Science.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	ПК-1.2. Анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования в выбранной области химии	Знает: знает методы систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области неорганической химии. Умеет: систематизировать и классифицировать литературные данные по тематике исследования в области неорганической химии. Владеет: навыками систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области неорганической химии.	Проведение лабораторных работ.
ПК-2. Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-2.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.	Знает: методы составления планов отдельных стадий и общего плана исследования в области неорганической химии. Умеет: составлять планы отдельных стадий и общий плана исследования в области неорганической химии. Владеет: навыками составляет общего плана исследования в области неорганической химии и детальных планов отдельных стадий.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	ПК-2.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Знает: экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области неорганической химии. Умеет: выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области неорганической химии исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. Владеет: навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя в области неорганической химии из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Проведение лабораторных работ.
	ПК-2.3. Планирование и проведение научно-исследовательских работ по разработке и внедрению норматив-	Знает: методы нормативные документы по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство. Умеет: планировать и проводить научно-исследовательские работы по разработке и	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала

	ных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.	внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство. Владеет: навыками планирования и проведения научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.	
ПК-3. Способен проводить экспериментальные и расчетно-теоретические работы по заданной теме в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-3.1. Проводит экспериментальные исследования по заданной теме в выбранной области химии	Знает: методы проведения экспериментальных исследований по заданной теме в области неорганической химии. Умеет: проводить экспериментальные исследования по заданной теме в области неорганической химии. Владеет: навыками проведения экспериментальных исследований под руководством руководителя по заданной теме в области неорганической химии.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	ПК-3.2. Проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области химии	Знает: методы расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области неорганической химии. Умеет: проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в области неорганической химии. Владеет: навыками качественного проведения расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области неорганической химии.	Проведение лабораторных работ.
	ПК-3.3. Управляет высокотехнологичным химическим оборудованием	Знает: технические характеристики высокотехнологического химического оборудования. Умеет: управлять высокотехнологичным химическим оборудованием. Владеет: навыками управления и обслуживания высокотехнологичного химического оборудования.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	ПК-3.4. Проводит испытания новых образцов продукции	Знает: методы проведения анализа новых образцов продукции. Умеет: проводить анализ новых образцов продукции. Владеет: навыками анализа образцов новых реальных объектов.	Проведение лабораторных работ.
	ПК-3.5. Разрабатывает новые методики контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции	Знает: методологию разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. Умеет: проверять правильность новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. Владеет: навыками разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции и проверки их правильности.	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала
ПК-4. Способен обрабатывать и интерпретировать результаты проведенных работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных	ПК-4.1. Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации.	Знает: современные методы анализа информации. Умеет: применять современные методы анализа информации для обработки полученных данных. Владеет: навыками обработки полученных результатов анализа реальных объектов с использованием современных методов анализа информации.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	ПК-4.2. Грамотно интерпретирует результаты исследований в	Знает: методы интерпретации результатов исследований в области неорганической химии.	Проведение лабораторных работ.

методов и подходов.	выбранной области химии.	Умеет: грамотно интерпретировать результаты исследований в области неорганической химии. Владеет: навыками интерпретации и наглядного представления результатов исследований в области неорганической химии.	
	ПК-4.3. Анализирует результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценивает степень их соответствия нормативным документам (стандартам и технологическим регламентам).	Знает: стандарты и технологические регламенты сырья, прекурсоров, готовой продукции. Умеет: анализировать результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции. Владеет: навыками статистической обработки результатов испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценки степени их соответствия стандартам и технологическим регламентам.	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала
ПК-5. Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-5.1. Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки	Знает: методы критического анализа полученных результатов исследований в области аналитической химии, способы выявления достоинств и недостатков. Умеет: критически анализировать полученные результаты анализа реальных объектов и научных исследований в области неорганической химии. Владеет: навыками критического анализа полученных результатов анализа реальных объектов и научных исследований в области неорганической химии	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	ПК-5.2. Готовит отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии	Знает: методологию подготовки отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии. Умеет: готовить отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в области неорганической химии. Владеет: навыками подготовки отдельных разделов отчетов по результатам НИР и НИОКР в области неорганической химии.	Проведение лабораторных работ.
	ПК-5.3. Формулирует рекомендации по продолжению исследования в выбранной области химии.	Знает: способы подготовки рекомендаций по продолжению исследования в области неорганической химии. Умеет: формулировать рекомендации по продолжению исследования в области неорганической химии. Владеет: навыками формулировки рекомендаций по продолжению исследования в области неорганической химии	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	ПК-5.4. Анализирует полученные результаты и формулирует предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса	Знает: методы анализа полученных результатов и оптимизации отдельных стадий технологического процесса. Умеет: анализировать полученные результаты и формулировать предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса. Владеет: навыками анализа полученных результатов и разработки предложений по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.	Проведение лабораторных работ.
	ПК-5.5. Разрабатывает техническую документацию и регламенты	Знает: виды технической документации и регламентов в области неорганической химии. Умеет: разрабатывать техническую докумен-	прием лабораторных работ, оформление

	ты	тацию и регламенты в области неорганической химии. Владеет: навыками и практическим опытом разработки технической документации и регламентов в области неорганической химии.	лабораторного журнала
--	----	--	-----------------------

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	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 занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Предмет и задачи бионеорганической химии. Общие сведения о биополимерах								
1.	Предмет и задачи бионеорганической химии. Общие сведения о биополимерах	9	2		2			Устный опрос,
2.	Биогенные элементы. Координационные соединения металлов с биолигандами.	9	4		4		2	Устный опрос, тестирование
3.	Металлоферменты.	9	2		4			Устный опрос
4.	Окислительно-восстановительные процессы в биологических системах	9	2		6			Тестирование
5.	Белки – переносчики кислорода	9	2		6			Тестирование
	<i>Итого по модуль 1:</i>		12		22		2	Коллоквиум
Модуль 2. Экологические вопросы бионеорганической химии.								
6.	Накопление и транспорт железа.	9	4		4			Устный опрос
7.	Фиксация азота и азотный цикл	9	4		4			Устный опрос
8.	Щелочные и щелочноземельные металлы в биологических процессах	9	2		4		2	Устный опрос, тестирование
9.	Методы исследования биокординационных соединений.	9	2		4			Устный опрос, тестирование
10.	Экологические вопросы бионеорганической химии.	9	2		4			Устный опрос, тестирование
	<i>Итого по модуль 2</i>		14		20		2	Коллоквиум
Модуль 3 Подготовка к экзамену								
	Подготовка к экзамену						36	экзамен
	<i>Итого по модуль 3</i>						36	экзамен
	Всего за семестр		26		42		42	экзамен

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1 Предмет и задачи бионеорганической химии. Общие сведения о био-

полимерах

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-бионеорганических 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 гемопротейны. Медьсодержащие белки. Молибденсодержащие ферменты.

5. Белки – переносчики кислорода. Транспорт и хранение молекулярного кислорода. Реакции кислорода. Модели переносчиков кислорода. Природные переносчики кислорода: гемоглобин, миоглобин; модельные порфириновые соединения.

Модуль 2. Экологические вопросы бионеорганической химии.

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

10. Экологические вопросы бионеорганической химии. Химические загрязнители в окружающей среде. Метаболическое превращение, биоаккумуляция, распределение в цепи питания.

4.3.2. Лабораторные работы (лабораторный практикум)

№ п/п	Названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Модуль I			
1.	Металлоферменты. Лабораторная работа № 1	Интерпретация электронных спектров комплексных соединений биометаллов с биолигандами с помощью диаграмм Танабе-Сугано.	Составление уравнений проделанных реакций
2.	Металлоферменты. Лабораторная работа № 2	Кинетические исследования. Окисление Fe(II) в составе комплекса с салициловой кислотой в процессе аэрации.	Составление уравнений проделанных реакций
3.	Переносчики кислорода. Лабораторная работа № 3	Реакции кислорода. Модели переносчиков кислорода. Взаимодействие молекулярного кислорода с	Составление уравнений проделанных реакций

		комплексами железа(II) с диоксидом и азотистым основанием	
4.	Переносчики кислорода. Лабораторная работа № 4	влияние ионов биометаллов и токсичных металлов на активность ферментов	Составление уравнений прореагировавших реакций
5.	Методы исследования биокординационных соединений. Лабораторная работа № 5	Спектральные методы (КР-, ИК-, УФ- спектроскопия) в исследованиях биокординационных соединений.	Составление уравнений прореагировавших реакций
Модуль 2			
6.	Методы исследования биокординационных соединений. Лабораторная работа № 6	Рентгеноструктурные методы в исследовании металлопротеинов.	Составление уравнений прореагировавших реакций
7.	Методы исследования биокординационных соединений. Лабораторная работа № 7	Резонансные методы исследования биолигандов	Составление уравнений прореагировавших реакций
8.	Методы исследования биокординационных соединений. Лабораторная работа № 8	Масс-спектрометрические методы исследования биолигандов (примеры интерпретации МС ЭУ дипептидов).	Составление уравнений прореагировавших реакций
9.	Практическое значение биокординационных соединений. Лабораторная работа № 9	Ионы металлов и хелатирующие агенты в медицине (химиотерапия, противоопухолевые средства, хелатотерапия)	Составление уравнений прореагировавших реакций
10.	Неметаллы как микроэлементы. Лабораторная работа № 10	Неметаллы как микроэлементы	Составление уравнений прореагировавших реакций
11.	Экологические вопросы биоинорганической химии. Лабораторная работа № 11	Химические загрязнители в окружающей среде. Метаболическое превращение, биоаккумуляция, распределение в цепи питания	Составление уравнений прореагировавших реакций

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного 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. Теоретическая подготовка. Проработка учебного материала.
2. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
3. Решение задач.
4. Подготовка к коллоквиуму.
5. Подготовка к экзамену.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методическое обеспечение
---	----------------------------	--------------	---------------------------------

1	Теоретическая подготовка. Проработка учебного материала.	Устный опрос, тестирование	Лекции, рекомендованная литература, интернет ресурсы. См. разделы 4.3, 8-10 данного документа
2	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе	См. разделы 8-10 данного документа
3	Решение задач	Проверка задач, заданных на дом, Решение у доски.	См. разделы 8-10 данного документа
5	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы	См. разделы 4.3, 7; 8-10 данного документа
7	Подготовка к экзамену	Опрос по экзаменационным билетам	См. разделы 7; 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. 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 $2\text{Fe}, 2\text{S}$ -ферредоксинов приводили к структуре $4\text{Fe}, 4\text{S}$ -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 гемопротейны. 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 $[Fe(\text{porph})L_2]$.

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

	E^0 , В,	R , А	k , c^{-1}
$Fe^{II}cytb_5/Fe^{III}cytc$	0,2	8	$1,5 \cdot 10^3$
$Znapocyt^*/Fe^{II}b_5$	0,8	8	$3 \cdot 10^5$
$H_2porfc^*/Fe^{III}b_5$	0,4	8	$1 \cdot 10^4$

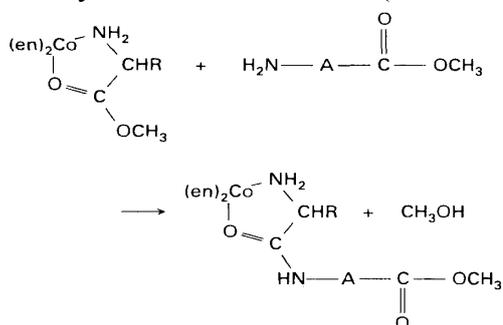
Контрольные вопросы

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 биokoординационных соединений. Ионы металлов и хелати-

- рующие 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.

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:
 а) $\text{Hb} + \text{Hb}(\text{O}_2)_4 = 2\text{Hb}(\text{O}_2)_2$ б) $\text{Hb}(\text{O}_2)_4 + 4\text{Mb} = \text{Hb} + 4\text{Mb}(\text{O}_2)$
 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 дли-



ны.):

- 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 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 $[\text{Fe}(\text{porph})\text{L}_2]$.
 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 внешнего 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, содержащиеся 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 2Fe,2S–ферредоксинов приводили к структуре 4Fe,4S–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}
$\text{Fe}^{\text{II}}\text{cytb}_5/\text{Fe}^{\text{III}}\text{cytc}$	0,2	8	$1,5 \cdot 10^3$
$\text{RuHis}/\text{азурин}$	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}
$\text{H}_2\text{porfc}^*/\text{Fe}^{\text{III}}\text{b}_5$	0,4	8	$1 \cdot 10^4$
$\text{Fe}^{\text{II}}\text{ccp}/\text{Fe}^{\text{III}}\text{cytc}$	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 В 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 В соответственно равны 17600 см^{-1} и 700 см^{-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 В для комплекса $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ (поглощение при $10750, 17500, 28200 \text{ см}^{-1}$).

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

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 Mg^{2+} ?
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. $K_{обp}$ пиридинового комплекса серебра $Ag(py)_2^+$ 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: $Ni(His)_2^{2+} K_{en} = 4 \cdot 10^{18}$; $K_{His} = 8 \cdot 10^{15}$.
43. К раствору аминокислотного комплекса никеля с концентрацией 0,1 моль/л прибавили раствор этилендиамина. Как изменится равновесие в системе? Ответ подтвердите расчетом: $Ni(Cys)_2^{2+} K_{en} = 4 \cdot 10^{18}$; $K_{Cys} = 2 \cdot 10^{19}$.
44. К раствору аминокислотного комплекса никеля с концентрацией 0,1 моль/л прибавили раствор этилендиамина. Как изменится равновесие в системе? Ответ подтвердите расчетом: $Ni(Asp)_2^{2+} K_{en} = 4 \cdot 10^{18}$; $K_{Asp} = 4 \cdot 10^{10}$.
45. Сколько структурных изомеров возможно у вещества с эмпирической формулой $FeBrCl \cdot 3NH_3 \cdot 2H_2O$? 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? $K_{\text{обp}} \{ \text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+} \} = 1 \cdot 10^5$

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 $K_{\text{обp}} \{ \text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} \} = 1 \cdot 10^{12}$?

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:

K_2PtCl_6 , $\text{Co}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_3$, $\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_3$, $\text{Pt}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_4$

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:

$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$, $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$, $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{NO}_3$

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:

$\text{Pt}_2(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4$, $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}$, $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$, $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6\text{Cl}_3$

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:

$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, K_2PtCl_4 , $\text{Ag}(\text{CN})_2\text{Cl}$

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

$\text{Pt}(\text{II})$, $\text{Pt}(\text{IV})$, NH_3 , Cl , C_2H_4 , $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

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

$\text{Fe}(\text{III})$, $\text{Fe}(\text{II})$, CN , CNS , NH_3 , 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.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, уме-

ний, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

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. Общая и бионеорганическая химия [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / . — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 64 с. — 978-5-7996-1663-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66559.html>

2. Общая и бионеорганическая химия . учебно - методическое пособие для студентов , обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 06.03.01 " Биология ", 05.03.06 " Экология и природопользование " Изд-во Уральского ун-та , 2016 — 60, 1 с. https://нэб.пф/catalog/000199_000009_008280642/

3. Чистяков, Юрий Васильевич. Основы бионеорганической химии : учеб. пособие / Чистяков, Юрий Васильевич. - М. : Химия: КолосС, 2007. - 539 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Допущено УМО. - ISBN 978-5-98109-049-3 : 506-00.

4. Магомедбеков У.Г. Практикум по биокоординационной химии. Грозный, 1991.

б) дополнительная литература:

1. Тихонов, Г.П. Основы биохимии : учебное пособие / Г.П. Тихонов, Т.А. Юдина ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - Москва: Альтаир: МГАВТ, 2014. - 184 с. : табл., ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430055>

2. Неорганическая биохимия : пер. с англ. Т.1 / ред. Г.Эйхгорн; под ред. М.Е.Вольпина и К.Б.Яцимирского. - М. : Мир, 1978. - 712 с. - 0-0.

Барышева, Е. Теоретические основы биохимии : учебное пособие / Е. Барышева, О. Баранова, Т. Гамбург ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2011. - 360 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259198>

3. Ленский, Анатолий Степанович. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию : учебное пособие для мед. спец. вузов / Ленский, Анатолий Степанович. - М. : Высшая школа, 1989. - 256 с. - 0-95.

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

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон.б-ка. – Москва, 1999. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>. – Яз. рус., англ.

2. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 –

Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный

3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>.

4. <https://ibooks.ru/>

5. www.book.ru/

6. Химические серверы ChemWeb, ChemExpress Online, ChemNet.com
<http://www.Himhelp.ru>

7. Каталог образовательных интернет-ресурсов <http://www.edu.ru/>
<http://www.chem.msu.su/rus/teaching/thermo/welcome.html>.

8. <http://www.alhimik.ru/cafedra/prac/etcet501.html>.

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

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

11. http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/edu_inorganic.html.

12. http://narod.ru/disk/6365824001/neorganicheskaja_himija_tret'jakova.rar.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 проведении занятий используются:

а) технические средства:

компьютерная техника и средства связи (проектор, экран, видеокамера), проводится компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов, информационные справочные системы, электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных учебной рабочей программой.

б) программные системы:

операционные системы Microsoft Windows XP, Microsoft Vista;
поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo;

специализированное программное обеспечение СДО Moodle, SunRAV BookOffice Pro, SunRAV TestOfficePro;

программное обеспечение по химии. Пакет офисных приложений OfficeStd 2016 RUS OLP NL Acdmc, Контракт №219-ОА от 19.12.2016 г. с ООО «Фирма АС»..

Acrobat Professional 9 Academic Edition и Acrobat Professional 9 DVD Set Russian Windows ГК №26-ОА от «07» декабря 2009 г

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещения для лекционных и практических занятий укомплектованы комплектами электропитания ЩЭ (220 В, 2 кВт, в комплекте с УЗО), специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждого 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 по неорганической химии. Материально-технические средства для проведения лабораторного практикума по дисциплине неорганическая химия включает в себя: специальное оборудование (комплект электропитания ЩЭ, водоснабжение), лабораторное оборудование (лабораторные весы типа ВЛЭ 250 и ВЛЭ 1100, кондуктометр, термометры, рН-метры, печи трубчатая и муфельная, сушильный шкаф, устройство для сушки посуды, дистиллятор, очки защитные, колбагреватели, штативы лабораторные, штативы для пробирок), Лабораторная посуда (Стаканы (100, 250 и 500 мл), колбы конические (100 мл), колбы круглодонные (250 мл) колбы плоскодонные (100, 250 и 500 мл), колбы Вюрца (250 и 100 мл), цилиндры мерные (100, 25 и 50 мл), воронки капельные, химические, воронки для хлора, воронки Мюнке, промывалки, U-образные трубки, реакционные трубки, фарфоровые чашки, тигли фарфоровые, холодильники прямой, обратный, воронки лабораторные, дефлегматоры), специальная мебель и оргсредства (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, мультимедиа проектор (переносной) с ноутбуком, экран, стол преподавателя, стул-кресло преподавателя, столы лабораторные прямоугольного профиля с твердым химическим и термически стойким покрытием, табуреты, вытяжные шкафы лабораторные, мойка).

При проведении занятий используется учебное и лабораторное оборудование: Атомно-абсорбционный спектрометр, Contr AA-700, AnalytikJena, Германия; Спектрофотометр UV-3600 с интегрирующей сферой LISR-3100, UV-3600, Япония; Многоцелевой экспериментальный масс-спектрометрический комплекс ЭМК, Россия; Рентген-флуоресцентный спектрометр EDX-800 HS, Япония; ИК-Фурье спектрометр ИнфраЛЮМ ФТ-02, Россия; Спектрофлуориметр F-700, Япония; Спектрофотометр, SPECORD 210 PlusBU, AnalytikJena, Германия; Спектрометрический комплекс МДР-41 в комплекте с азотным проточным криостатом OptCryo198, Россия; Микроволновая система минерали-

зации проб под давлением, TOPwaveIV, AnalytikJena, Германия; Система капиллярного электрофореза, Капель-105М, ЛЮМЕКС, Санкт-Петербург; Рентгеновский дифрактометр, EmpyreanSeries 2 Фирма Panalytical (Голландия); Дифференциальный сканирующий калориметр, NETZSCH STA 409 PC/PG, Германия; Лабораторная экстракционная система, SFE1000M1-2-FMC-50, Waters, США; Хромато-масс-спектрометр, 7820 Маэстро, США, Россия; Высокоэффективный жидкостной хроматограф, Agilent 1220 Infinity, США.