

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Основы бионеорганической химии»**

Образовательная программа  
**04.03.01 – Химия**

Профиль подготовки  
**«Неорганическая химия и координационных соединений»**

Уровень высшего образования  
**бакалавриат**

Форма обучения  
**очная**

Статус дисциплины: вариативная

Рабочая программа дисциплины «Основы бионеорганической химии» составлена в 2017 и переработана в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.03.01. –Химия (уровень бакалавриата)

от «12» марта 2015г №210

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

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры неорганической химии

от «15» мая 2018г., протокол № 9

Зав. кафедрой Уман Магомедбеков У.Г.

(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета от

«22» <sup>июня</sup> 2018г., протокол № 10.

Председатель Гасан Гасангаджиева У.Г.

(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением

«28» «июня» 2018г., Аб

(подпись)

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Основы бионеорганической химии» входит в вариативную (Б1.В.ОД.11) часть образовательной программы бакалавриата по направлению 04.03.01 – Химия

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой неорганической химии.

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

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных компетенций ОК-6,7, ОПК-1,2,4, ПК-3.

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 4 зачетных единиц, в том числе в 144 академических часа по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза мен	Форма промежуточной аттестации
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всег о	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
7	144	28	46	-			70	Экзамен

### 1. Цели освоения дисциплины

Цель курса: сформировать у студентов теоретические представления о роли металлов – биогенных элементов в разнообразных биохимических процессах, что должно в целом способствовать расширению представления у студентов о предмете неорганической химии.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Бионеорганическая химия» входит в вариативную часть и является обязательной дисциплиной образовательной программы по направлению 04.03.01 – Химия бакалавриата.

Курс «Неорганическая химия» для студентов направления «04.03.01 – Химия» строится на базе знаний по неорганической химии, биологии, физике и математике, объём которых определяется программами направления бакалавриат.

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

Компетенция	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-6	обладать способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия.	<b>Знает:</b> принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов. <b>Умеет:</b> работать в коллективе, эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности. <b>Владеет:</b> приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи и обязанности.
ОК-7	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<b>Знает:</b> пути повышения своей квалификации, методы самосовершенствования <b>Умеет:</b> применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня, профессиональной компетенции, анализировать и обобщать полученные результаты, самостоятельно расширять и углублять знания, стремиться к саморазвитию <b>Владеет:</b> навыками работы с учебной

		литературой, основной терминологией, приемами развития памяти, мышления, анализа и обобщения информации
ОПК-1	способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	<p><b>Знает:</b> теоретические основы неорганической химии, (строение атома и электронных орбиталей, периодический закон Д.И. Менделеева, модели химической связи, базовые представления о закономерностях протекания химических реакций, растворы);</p> <p><b>Умеет:</b> использовать теоретические модели для обоснования строения и реакционной способности неорганических соединений; решать расчетные задачи по данной дисциплине.</p> <p><b>Владет:</b> навыками описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона и Периодической системы элементов методами использования в познавательной и профессиональной деятельности базовых знаний в области неорганической химии; навыками работы для решения профессиональных и социальных задач</p>
ОПК-2	владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	<p><b>Знает:</b> основные свойства химических элементов и их соединений; методы получения неорганических веществ из природных объектов; сущность современных физических и физико-химических методов исследования, применяемых в неорганической химии.</p> <p><b>Умеет:</b> работать с химическими веществами, со стандартным оборудованием химической лаборатории. интерпретировать результаты химического эксперимента.</p> <p><b>Владет:</b> методами синтеза и исследования неорганических веществ; навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов; владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью водить оценку возможных рисков.</p>



	<b>Модуль 1. Предмет и задачи бионеорганической химии. Общие сведения о биополимерах.</b>								
1	Тема 1. Предмет и задачи бионеорганической химии. Общие сведения о биополимерах.	7	1-3	10		14	12		Тестирование, письменная контрольная работа
	<b>Итого по модулю 1:</b>	<b>7</b>	<b>1-3</b>	<b>10</b>		<b>14</b>	<b>12</b>		Коллоквиум
	<b>Модуль 2. Азотный цикл.</b>								
1	Тема 2. Фиксация азота и азотный цикл.	7	4-6	10		14	12		Тестирование, письменная контрольная работа
	<b>Итого по модулю 2:</b>	<b>7</b>	<b>4-6</b>	<b>10</b>		<b>14</b>	<b>12</b>		Коллоквиум
	<b>Модуль 3. Экологические вопросы бионеорганической химии.</b>								
1	Тема 3. Экологические вопросы бионеорганической химии.	7	7-9	8		18	10		Тестирование, письменная контрольная работа
	<b>Итого по модулю 3:</b>	<b>7</b>	<b>7-9</b>	<b>8</b>		<b>18</b>	<b>10</b>		Коллоквиум
	<b>Модуль 4. Подготовка к экзамену.</b>								
	Подготовка к экзамену	7					2	34	
	<b>Итого по модулю 4:</b>	<b>7</b>	<b>10</b>				<b>2</b>	<b>34</b>	Экзамен

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

##### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

###### Модуль 1 (лекции)

1. Предмет и задачи бионеорганической химии. Общие сведения о биополимерах. Пептиды, белки. Ферменты. Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты

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. (2 часа).

2. Металлоферменты. Механизмы действия ферментов. Кинетика ферментативного катализа. Металлоферменты и металлаktivируемые ферменты в реакциях гидролиза и переноса групп.

Окислительно-восстановительные процессы в биологических системах. Типы реакций биологического окисления. Модели электронного транспорта. Порфириновая система. Железосодержащие гемопротейны. Медьсодержащие белки. Молибденсодержащие ферменты (2 часа).

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

4. Накопление и транспорт железа. Транспорт и накопление, поглощение и обмен железа. Трансферрин и ферритин (2 часа).

### **Модуль 2**

Фиксация азота и азотный цикл. Биохимия фиксации азота. Азотный цикл. Азотные комплексы и их реакционная способность. Химия нитрификации (2 часа).

5. 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.

Методы исследования биokoординационных 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 (2 часа).

### **Модуль 3.**

6. Практическое значение биokoординационных соединений. Ионы металлов и хелатирующие агенты в медицине (химиотерапия, противоопухолевые средства, хелатотерапия) (2 часа).

7. Экологические вопросы бионеорганической химии. Химические загрязнители в окружающей среде. Метаболическое превращение, биоаккумуляция, распределение в цепи питания (2 часа).

#### **4.3.2. Содержание лабораторных занятий по дисциплине (лабораторный практикум)**

Проведение лабораторных занятий способствует привитию навыков в постановке и проведении эксперимента, формированию навыков работы в химической лаборатории. Обучающиеся знакомятся с химической посудой и оборудованием, осваивают методические аспекты проведения эксперимента, учатся наблюдать и анализировать наблюдаемые явления, оформлять результаты эксперимента в лабораторный журнал и формулировать выводы.

№	Цель и содержание лабораторной работы	Кол-во часов
Модуль I. Общие сведения о биополимерах		
1	Металлоферменты. Лабораторная работа № 1	2
2	Металлоферменты. Лабораторная работа № 2	2
3	Переносчики кислорода. Лабораторная работа № 3	2
4	Переносчики кислорода. Лабораторная работа № 4	2



Модуль II. Азотный цикл		
5	Методы исследования биokoординационных соединений. Лабораторная работа № 5	2
6	Методы исследования биokoординационных соединений. Лабораторная работа № 6	2
7	Методы исследования биokoординационных соединений. Лабораторная работа № 7	2
8	Методы исследования биokoординационных соединений. Лабораторная работа № 8	2
Модуль III. Экологические вопросы бионеорганической химии		
9	Практическое значение биokoординационных соединений Лабораторная работа № 9	2
10	Неметаллы как микроэлементы Лабораторная работа № 10	2
11	Экологические вопросы бионеорганической химии (семинар). Лабораторная работа № 11	2

#### 5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование при проведении занятий по основам бионеорганической 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. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляет не менее 30 % 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 зачету.

В помощь выполнения самостоятельной работы в разделе 8 приведена литература.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды контроля	Учебно-методическое обеспечение
<b>Модуль 1. Общие сведения о биополимерах</b>		
Предмет и задачи бионеорганической химии.	Подготовка учебного материала по конспектам	См. разделы 8-11 данного документа

Общие сведения о биополимерах.	лекций.	
Биогенные элементы. КС металлов с биолигандами.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. разделы 8-11 данного документа
Металлоферменты. Кинетика ферментативного катализа.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. разделы 8-11 данного документа
Металлоферменты и металлаktivируемые ферменты в реакциях гидролиза и переноса групп.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. разделы 8-11 данного документа
Интерпретация эл.спек. КС биометаллов с биолигандами с помощью диаграмм Танабе-Сугано	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. разделы 8-11 данного документа
Окисл.-восст. процессы в биологических системах.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. разделы 8-11 данного документа
Взаимодействие молекулярного кислорода с комплексами железа(II) с диоксидом и азотистым основанием	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
Кинет. иссл. (1) Окисление Fe(II) в составе комплекса с салициловой кислотой в процессе азрации.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
<b>Модуль 2. Азотный цикл.</b>		
Белки – переносчики кислорода.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
Неметаллы как микроэлементы (семинар).	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
Фиксация азота и азотный цикл.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
Накопление и транспорт железа.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
Методы измерения констант образования комплекса.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
Щелочные и щзм металлы в биологических процессах.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
<b>Модуль 3. Экологические вопросы бионеорганической химии.</b>		
Кинет. иссл. (2) Автоколебательные процессы в системе аминокислота–оксигенированный комплекс	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа

Fe(II).		
Спектроскопия КР в исследованиях КС.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
РСТ методы в исследовании металлопротеинов.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
Методы исследования БКС.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
Резонансные методы исследования биолигандов.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
МС методы исследования биолигандов.	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
Ионы металлов и хелатирующие агенты в медицине (семинар).	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа
Экологические вопросы бионеорганической химии. Токсичные металлы и их биокомплексы. (семинар).	Подготовка учебного материала по конспектам лекций.	См. пп. 8-11 данного документа

## 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	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Процедура освоения
ОК-6	обладать способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные	<b>Знает:</b> принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов. <b>Умеет:</b> работать в коллективе, эффективно выполнять	Письменный опрос, устный опрос, тестирование.

	различия.	задачи профессиональной деятельности. <b>Владеет:</b> приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи и обязанности.	
ОК-7	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<b>Знает:</b> пути повышения своей квалификации, методы самосовершенствования <b>Умеет:</b> применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня, профессиональной компетенции, анализировать и обобщать полученные результаты, самостоятельно расширять и углублять знания, стремиться к саморазвитию <b>Владеет:</b> навыками работы с учебной литературой, основной терминологией, приемами развития памяти, мышления, анализа и обобщения информации	Письменный опрос, устный опрос, тестирование.

ОПК-1	<p>способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач</p>	<p><b>Знает:</b> теоретические основы неорганической химии, (строение атома и электронных орбиталей, периодический закон Д.И. Менделеева, модели химической связи, базовые представления о закономерностях протекания химических реакций, растворы);  <b>Умеет:</b> использовать теоретические модели для обоснования строения и реакционной способности неорганических соединений; решать расчетные задачи по данной дисциплине.  <b>Владеет:</b> навыками описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона и Периодической системы элементов методами использования в познавательной и профессиональной деятельности базовых знаний в области неорганической химии; навыками работы для решения профессиональных и социальных задач</p>	<p>Письменный опрос, устный опрос, тестирование.</p>
ОПК-2	<p>владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций</p>	<p><b>Зн</b> <b>Знает:</b> основные свойства химических элементов и их соединений; методы получения неорганических веществ из природных объектов; сущность современных физических и физико-химических методов исследования, применяемых в неорганической химии.  <b>Умеет:</b> работать с химическими веществами, со стандартным оборудованием химической лаборатории. интерпретировать результаты химического</p>	<p>Письменный опрос, устный опрос, прием лабораторных работ.</p>

		<p>эксперимента.</p> <p><b>Владеет:</b> методами синтеза и исследования неорганических веществ; навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов; владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью водить оценку возможных рисков.</p>	
ОПК-4	<p>Обладать способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p><b>Знает:</b> основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач</p> <p><b>Умеет:</b> применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке научных публикаций и докладов</p> <p><b>Владеет:</b> навыками работы с научными и образовательными порталами, базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований</p>	<p>Письменный опрос, устный опрос.</p>

		представления их научному сообществу	
ПК-3	Обладать владением системой фундаментальных химических понятий	<b>Знает:</b> фундаментальные законы и понятия химии; <b>Умеет:</b> применять фундаментальные законы в химии; <b>Владеет:</b> системой фундаментальных понятий общей и неорганической химии.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование.

## 7.2. Типовые контрольные задания

### Модуль 1

8. 1. Окислительно-восстановительные процессы в биологических системах. Типы реакций биологического окисления. Модели электронного транспорта.
9. 2. Кинетика ферментативного катализа. Методы изучения кинетики модельных систем и металлоферментов.
10. 3. Молекула кислорода может координироваться и к гемоглобину, и к миоглобину. В чем преимущество использования этих разных комплексов?
11. 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 ?
12. 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

13. 6. Железосодержащие гемопротейны. Цитохромы.

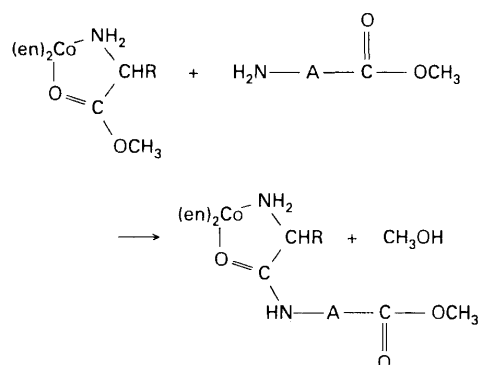
14. 7. Фиксация азота и азотный цикл. Биохимия фиксации азота. Азотный цикл. Азотные комплексы и их реакционная способность. Химия нитрификации.
15. 8. Какими двумя способами белковая часть фермента способствует специфичности процесса внешнесферного переноса электрона (от одного типа окислителя к другому типу восстановителя)?

### Модуль 3.

16. 9. Радиус иона  $\text{Fe}^{2+}$  в высокоспиновом состоянии больше радиуса полости в центре порфиринового кольца, в то время как в низкоспиновом состоянии  $\text{Fe}^{2+}$  несколько меньше этой полости.
17. а) Напишите электронную конфигурацию для обоих спиновых состояний в октаэдрическом окружении. Почему радиус высокоспинового иона больше?
18. б) Приведите примеры лигандов, которые могли бы привести к образованию шестикоординационных высоко- и низкоспиновых комплексов  $[\text{Fe}(\text{porph})\text{L}_2]$ .
19. 10. Выполняется ли зависимость константы скорости от энергии Гиббса, предсказанная теорией Маркуса, для следующих реакций:

	$E^0$ , В,	$R$ , А	$k$ , $\text{с}^{-1}$
$\text{Fe}^{\text{II}}\text{cytb}_5/\text{Fe}^{\text{III}}\text{cytc}$	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	$1 \cdot 10^4$

- 20.
- 21.
22. Типовые расчетные задачи
- 23.
24. 1. Рассмотрите следующие элементы: О, N, К, Са. Определите, где они концентрируются в животных организмах и какова их основная биологическая роль.
25. 2. Сравните характеристики лигандов, предназначенных для связывания  $\text{Ca}^{2+}$  с белками, и лигандов, связывающих Fe с переносчиком кислорода – гемоглобином. Чем объясняются их различия?
26. 3. На основании кривых насыщения кислородом определите в какую сторону смещено равновесие следующих реакций:
27. а)  $\text{Hb} + \text{Hb}(\text{O}_2)_4 = 2\text{Hb}(\text{O}_2)_2$  б)  $\text{Hb}(\text{O}_2)_4 + 4\text{Mb} = \text{Hb} + 4\text{Mb}(\text{O}_2)$
28. Зависит ли положение равновесия от парциального давления кислорода?
29. 4. Молекула кислорода является  $\sigma$ -донором и  $\pi$ -акцептором. Молекула СО – лиганд того же типа. Можно ли на основе этих фактов предложить механизм отравления монооксидом углерода?
30. 5. Использование комплексов Со(III) для синтеза пептидов может быть проиллюстрировано следующей схемой (здесь А – полипептид произвольной



длины.):

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



32. 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.
33. а) Напишите электронную конфигурацию для обоих спиновых состояний в октаэдрическом окружении. Почему радиус высокоспинового иона больше?
34. б) Приведите примеры лигандов, которые могли бы привести к образованию шестикоординационных высоко- и низкоспиновых комплексов  $[Fe(\text{porph})L_2]$ .
35. 7. Почему в металлоферментах ионы d-металлов типа Mn, Fe, Co, Cu предпочтительнее, чем ионы Zn, Ga или Ca?
36. 8. Учитывая специфику связывания субстрата с ферментом, объясните, почему измерения констант скоростей самообмена окислительно-восстановительных ферментов сопряжено со значительными трудностями
37. 9. Какими двумя способами белковая часть фермента способствует специфичности процесса внешнесферного переноса электрона (от одного типа окислителя к другому типу восстановителя)?
38. 10. Приведите примеры биологических процессов, в которых участвуют элементы Fe, Mn, Mo, Cu, Zn.
39. 11. Почему простые железопорфириновые комплексы не могут быть переносчиками  $O_2$ ?
40. 12. Длина связи O–O для комплексов  $[Co(CN)_5O_2]^{3-}$ ,  $[Co(\text{bzacen})(\text{py})O_2]$ ,  $[(H_3N)_5Co(O_2)Co(NH_3)_5]^{4+}$ ,  $[(H_3N)_5Co(O_2)Co(NH_3)_5]^{5+}$ , 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  $Co(2^+)$  на молекулу кислорода.
41. 13. Учитывая лабильность и льюисову кислотность катионов металла, предскажите как изменится селективность в связывании лигандов при замене в активном центре ионов  $Zn^{2+}$  на  $Ca^{2+}$ .
42. 14. Учитывая лабильность и льюисову кислотность катионов  $Cu^+$  и  $Cu^{2+}$ , предскажите какие реакции способны катализировать ферменты, содержащие в активном центре указанные ионы?
43. 15. Предложите схемы восстановления катионов меди и железа в тиолатных комплексах состава  $[Cu(II)L_n(SR)]$  и  $[Fe(III)L_n(SR)]$
44. 16. Определите степень окисления железа в тиолатных комплексах состава  $[Fe_2S_2(SR)_4]^{2-}$  и  $[Fe_4S_4(SR)_4]^{2-}$  и объясните, почему попытки получить модели  $2Fe, 2S$ -ферредоксинов приводили к структуре  $4Fe, 4S$ -ферредоксинов?
45. 17. Выполняется ли зависимость константы скорости от энергии Гиббса, предсказанная теорией Маркуса, для следующих реакций:

	$E^0$ , В,	R, А	$k$ , $c^{-1}$
$Fe^{II} \text{cyt}b_5 / Fe^{III} \text{cytc}$	0,2	8	$1,5 \cdot 10^3$
$Zn \text{porc}^* / Fe^{II} b_5$	0,8	8	$3 \cdot 10^5$
$H_2 \text{porfc}^* / Fe^{III} b_5$	0,4	8	$1 \cdot 10^4$

46.

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

	$E^0$ , В,	R, А	$k$ , $c^{-1}$
$Fe^{II} \text{cyt}b_5 / Fe^{III} \text{cytc}$	0,2	8	$1,5 \cdot 10^3$
$Ru \text{His} / \text{азуриин}$	0,2	10	2,5

48.

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

	$E^0, \text{В,}$	$R, \text{А}$	$k, \text{с}^{-1}$
$\text{H}_2\text{porfc}^*/\text{Fe}^{\text{III}}b_5$	0,4	8	$1 \cdot 10^4$
$\text{Fe}^{\text{II}}\text{ccp}/\text{Fe}^{\text{III}}\text{cytc}$	0,4	16	0,025

- 50.
51. 20. Как распределяются d-электроны железа в цитохроме Р-450. Укажите порядок заполнения АО.
  52. 21. На основании спектра и диаграммы Танабе-Сугано рассчитайте параметры  $\Delta 0$  и  $B$  для комплекса  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
  53. 22. С помощью диаграммы Танабе-Сугано предскажите волновые числа первых двух, разрешенных по спине полос в спектре  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  (параметры  $\Delta 0$  и  $B$  соответственно равны  $17600 \text{ см}^{-1}$  и  $700 \text{ см}^{-1}$ ).
  54. 23. Укажите конфигурацию d-орбиталей и с помощью диаграммы Танабе-Сугано предскажите основной терм высокоспинового комплекса  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
  55. 24. С помощью диаграммы Танабе-Сугано рассчитайте параметры  $\Delta 0$  и  $B$  для комплекса  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  (поглощение при  $10750, 17500, 28200 \text{ см}^{-1}$ ).
  56. 25. С помощью диаграммы Танабе-Сугано рассчитайте параметры  $\Delta 0$  и  $B$  для комплекса  $[\text{Ni}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$  (поглощение при  $8500, 15400, 26000 \text{ см}^{-1}$ ).
  57. 26. В соответствии с диаграммой Танабе-Сугано приведите обозначение основного состояния октаэдрического комплекса  $\text{Fe}(\text{II})$ , обладающего большой парамагнитной восприимчивостью.
  58. 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.
  59. 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.
  60. 29. Изобразите постадийно схему ферментативного процесса, в котором комплексы металла действует как а) кислота Бренстеда; б) кислота Льюиса.
  61. 30. Чем отличаются источники электронов в реакции возбужденного состояния хлорофилла и в реакции  $\text{Fe}(\text{II})$ -состояния цитохрома? Мог бы цитохром выполнять свою функцию, если бы он содержал ион  $\text{Mg}^{2+}$ ?
  62. 31. В ферментах животных организмов ионы металлов часто окружены донорными атомами азота. Приведите несколько примеров таких природных лигандов. К каким ионам они обычно координированы?
  63. 32. Объясните, почему процесс упаковки белковой цепи в природе контролируется ионами типа  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$ , а не  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  или  $\text{Cr}^{3+}$ .
  64. 33. Почему в природе для переноса молекулы кислорода используются стерически затрудненные лиганды типа гемоглобина?
  65. 34. Молекула кислорода может координироваться и к гемоглобину, и к миоглобину. В чем преимущество использования этих разных комплексов?
  66. 35. В чем причина токсичности CO для млекопитающих? (Рассмотрите природу связи металлов с CO.)
  67. 36. Какими свойствами иона  $\text{Zn}^{2+}$  можно объяснить его частое присутствие в активных центрах гидролитических ферментов?
  68. 37. Почему железо-серные активные центры часто встречаются в ферментах, катализирующих окислительно-восстановительные реакции?
  69. 38. Благодаря каким свойствам иона марганца он больше подходит на роль составляющей окислительно-восстановительного центра в ФСII по сравнению с ионами меди или никеля?
  70. 39. ИК-спектр неизвестного бифункционального соединения X (в вазелиновом масле) содержит следующие характеристические полосы ( $\text{см}^{-1}$ ):  $3100\text{-}2000$  (широкая),  $1610, 1580, 1505, 1405, 525$ . МС ЭУ ( $70 \text{ эВ}$ ) 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.
71. 40. ИК-спектр неизвестного соединения X, склонного к образованию пептидной связи, содержит следующие характеристические полосы ( $\text{см}^{-1}$ , 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.
72. 41.  $K_{\text{обp}}$  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?
73. 42. К раствору аминокислотного комплекса никеля с концентрацией 0,1 моль/л прибавили раствор этилендиамина. Как изменится равновесие в системе? Ответ подтвердите расчетом:  $\text{Ni}(\text{His})_2^{2+} K_{\text{en}} = 4 \cdot 10^{18}$ ;  $K_{\text{His}} = 8 \cdot 10^{15}$ .
74. 43. К раствору аминокислотного комплекса никеля с концентрацией 0,1 моль/л прибавили раствор этилендиамина. Как изменится равновесие в системе? Ответ подтвердите расчетом:  $\text{Ni}(\text{Cys})_2^{2+} K_{\text{en}} = 4 \cdot 10^{18}$ ;  $K_{\text{Cys}} = 2 \cdot 10^{19}$
75. 44. К раствору аминокислотного комплекса никеля с концентрацией 0,1 моль/л прибавили раствор этилендиамина. Как изменится равновесие в системе? Ответ подтвердите расчетом:  $\text{Ni}(\text{Asp})_2^{2+} K_{\text{en}} = 4 \cdot 10^{18}$ ;  $K_{\text{Asp}} = 4 \cdot 10^{10}$
76. 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?
77. 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?  $K_{\text{обp}} \{\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}\} = 1 \cdot 10^5$
78. 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  $K_{\text{обp}} \{\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}\} = 1 \cdot 10^{12}$ ?
79. 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:
80.  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$ ,  $\text{Co}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_3$ ,  $\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_3$ ,  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_4$
81. 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:
82.  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ ,  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{NO}_3$
83. 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:
84.  $\text{Pt}_2(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4$ ,  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$ ,  $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6\text{Cl}_3$

85. 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:



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



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



91. *Контрольные вопросы к итоговому контролю*

92. Билеты к итоговому контролю формируются из вопросов к текущему контролю и задачам. В каждый билет входят 5 вопросов – 1 по теории и 3 задачи.

93. *Примерные тестовые задания*

94. 1) Степень окисления центрального иона комплексного соединения  $[Pt(NH_3)_4Br_2]SO_4$  равна

95. 1) +4      2) +3      3) +2      4) +1

96. 2) Степень окисления центрального иона комплексного соединения  $Na[Co(NH_3)_2(OH)(CN)_3]$  равна

97. 1) +5      2) +4      3) +3      4) +2

98. 3) Название комплексного соединения  $[Cu(NH_3)_4] [PtCl_4]$  соответствует

99. 1) тетраамминмеди(II) тетрахлолоплатинат(II)

100.      2) диаминокадмия перхлорат

101.      3) тетраамминкупраттетрахлорплатины(II)

102.      4) тетраамминкупраттетрахлорплатины(IV)

103. 4) Название комплексного соединения  $Na[Co(NH_3)_4(SO_3)_2]$  соответствует

104.      1) натрия дисульфатотетрамминкобальтат(II)

105.      2) натрия дисульфатотетрамминкобальта(III)

106.      3) натрия дисульфитодиаминокобальтат (II)

107.      4) натрия дисульфитотетрамминкобальтат(III)

108. 5) Формула комплекса калия пентацианоамминферрат (III) имеет вид

109.      1)  $K_2[Fe(NH_3)_5(CN)]$       2)  $K_2[Fe(NH_3)(CN)_4]$

110.      3)  $K_3[Fe(NH_3)(CN)_5]$       4)  $K_2[Fe(NH_3)(CN)_5]$

111. 6) Формула комплекса калия пентахлороакваирдат (III) имеет вид

112.      1)  $K[Ir(H_2O)Cl_5]$       2)  $K_2[Ir(H_2O)Cl_5]$

113.      3)  $K_3[Ir(H_2O)Cl_5]$       4)  $K_2[Ir(H_2O)Cl_2]$

114. 7) Формула комплекса аммония гептафтороцирконат (IV) имеет вид

115.      1)  $(NH_4)_3[ZrF_7]$       2)  $NH_4[ZrF_7]$

116.      3)  $(NH_4)_2[ZrF_7]$       4)  $(NH_4)_4[ZrF_7]$

117. 8) Заряд комплексного аниона равен -2 в следующих комплексах

118. 1)  $[Pt(NH_3)_4]Cl_2$       2)  $[Pt(NH_3)_4Cl_2][PtCl_4]$
119. 3)  $K_2[PtCl_6]$       4)  $[Pt(NH_3)_4][PtCl_4]$
120. 9) Заряд комплексообразователя равен + 3 в следующих комплексах
121. 1)  $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$       2)  $[Co(H_2O)_2(NH_3)_4]Cl_3$
122. 3)  $[Rh(NH_3)_5NO_3](ClO_4)_2$       4)  $[Pt(H_2O)_2(NH_3)_4]Cl_4$
123. 10) Расположите приведенные комплексные соединения в порядке возрастания заряда комплексного иона
124. 1)  $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$       2)  $K[Co(NH_3)_2Cl_4]$       3)  $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$
125. 11) Установите соответствие между комплексной частицей и ее зарядом
126. 1. хлорооксалатотриаквахром      1) +1
127. 2. оксолатобис(этилендиамин)кобальта(III)      2) -2
128. 3. тетра(тиоцианато)этилендиамминникколат(II)-ион      3) 0
129. 12) Установите соответствие между комплексной частицей и ее зарядом
130. 1. дигидроксотетрааквахрома(III)      1)+1
131. 2. трихлоротриамминкобальт(III)      2) 0
132. 3. трицианоамминкупрат(II)      3) -1
133. 13) Установите соответствие между комплексной частицей и ее зарядом
134. 1. цианотриамминмеди(II)      1)-2
135. 2. тригидроксотриаквакобальт      2)+1
136. 3. тетра(тиоцианато)этилендиамминкупрат(II)      3) 0
137. 14) Установите соответствие между комплексом и зарядом комплексообразователя в нем
138. 1.  $K_2[PtCl_6]$       1)+2
139. 2.  $[Pt(NH_3)_4]Cl_2$       2)+3
140. 3.  $K[B(C_6H_5COO)_4]$       3)+4
141. 15) Установите соответствие между комплексными соединениями и типом изомерии в них
142. 1.  $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl \cdot 2H_2O$  и  $[Cr(H_2O)_5Cl_2]Cl \cdot H_2O$       1) ионная
143. 2. цис- $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$  и транс- $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$       2)геометрическая
144. 3.  $[Co(NH_3)_4Cl_2]ClNO_3$  и  $[Co(NH_3)_4ClNO_3]Cl_2$       3) гидратная
145. оптическая
146. 16) Установите соответствие между комплексными соединениями и типом изомерии в них
147. 1.  $[Cr(py)_2(H_2O)_2Cl_2]Cl$  и  $[Cr(py)_2(H_2O)Cl_3]H_2O$       1)оптическая
148. 2. цис- $[Co(en)_2Br_2]Br$  и транс- $[Co(en)_2Br_2]Br$       2) ионная
149. 3.  $[Pt(NH_3)_4Cl_2]Br_2$  и  $[Pt(NH_3)_4Br_2]Cl_2$       3) геометрическая
150. 4) гидратная

151. 17) Какая из нижеприведенных формул соответствует гексацианоферрату (II) калия?
152. 1)  $K_4[Fe(CN)_6]$                       2)  $K_3[Fe(CN)_6]$                       3)  $K[Fe(CN)_4]$                       4)  $K_2[Fe(CN)_6]$
153. 18) Какая формула из приведенных комплексных соединений железа (III) верна?
154. 1)  $K_3[Fe(CN)_6]$                       2)  $K_4[FeF_6]$                       3)  $(NH_4)_2[Fe(OH)_4]$   
4)  $KNa[FeF_6]$
155. 19) Дентатность лиганда - это
156. 1) число молекул воды, вытесняемое из аквакомплексов металлов при комплексообразовании
157. 2) число донорных атомов лиганда, образующих координационные связи с центральным атомом
158. 3) число атомов, образующих функционально-аналитическую группировку
159. 4) число катионов водорода, вытесняемых при комплексообразовании
160. 20) Комплексообразователь – это ионы или молекулы...
- 1) принимающие участие в образовании комплексного соединения
  - 2) проявляющие электронодонорные свойства
  - 3) проявляющие электроноакцепторные свойства
  - 4) группирующие определенным образом

**7.3.** 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. 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:
2. 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.

3. <http://www.iprbookshop.ru/66559.html> URL:  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430055> Общая и бионеорганическая химия . учебно - методическое пособие для студентов , обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 06.03.01 " Биоло-гия ", 05.03.06 " Экология и природопользование " Изд-во Уральского ун-та , 2016 — 60, 1 с.  
[https://нэб.рф/catalog/000199\\_000009\\_008280642/](https://нэб.рф/catalog/000199_000009_008280642/)
4. Киселев Ю. М., Добрынина Н.А.. Химия координационных соединений. Москва, Изд. Центр Академия, 2007.

б) дополнительная литература:

1. Тихонов, Г.П. Основы биохимии : учебное посо-бие / Г.П. Тихонов, Т.А. Юдина ; Министерство транспор-та Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - Москва : Альтаир : МГАВТ, 2014. - 184 с. : табл., ил. ; То же [Электронный ресурс].
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.
3. Барышева, Е. Теоретические основы биохимии : учебное пособие / Е. Барышева, О. Баранова, Т. Гамбург ; Министерство образования и науки Российской Федера-ции, Государственное образовательное учреждение выс-шего профессионального образования «Оренбургский гос-ударственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2011. - 360 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259198>
4. Ленский, Анатолий Степанович. Введение в бионеорганическую и биофизическую хи-мию : 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> (дата обращения: 22.05.2018). – Яз. рус., англ.
- 2) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения овсех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 22.05.2018)
- 3). Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [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/> (дата обращения: 22.05.2018).
- 4) <https://ibooks.ru/>
- 5) [www.book.ru/](http://www.book.ru/)
- 6) Полный интерактивный курс химии Открытая химия 2.6, CD-ROM, 2005 г. Издатель: Новый Диск; Разработчик: Физикон
- 7) Неорганическая химия. Электронный ресурс. М., ООО"ИнтелПро", 2004-2008 год, 1 диск.
- 8) Каталог образовательныхинтернет-ресурсов<http://www.edu.ru/> Химический каталог: химические ресурсы Рунета <http://www.ximicat.com/> Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru> XuMuK: сайт о химии для химиков <http://www.xumuk.ru/>
- 9) Химическиесерверы<http://www.Himhelp.ru>, ChemWeb, ChemExpress Online, ChemNet.com

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

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

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

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

[http://narod.ru/disk/6365824001/neorganicheskaja\\_himija\\_tret'jakova.rar.html](http://narod.ru/disk/6365824001/neorganicheskaja_himija_tret'jakova.rar.html)

10) Книги по химии <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki/Chemistry-books-Neorganika.html>

<http://chemistry-chemists.com/Books/Uchebniki/Pilipenko.rar>

<http://rapidshare.com/files/127084420/ripan-chetjanu.rar.html>

<http://narod.ru/disk/1286050000/ripan-chetjanu.rar.html>

Кудрявцев А.А. Составление химических уравнений

[http://www.newlibrary.ru/download/kudrjavec\\_v\\_a\\_a\\_/sostavlenie\\_himicheskikh\\_uravnenii.html](http://www.newlibrary.ru/download/kudrjavec_v_a_a_/sostavlenie_himicheskikh_uravnenii.html)

Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Основы неорганической химии.

<http://gen.lib.rus.ec/search?req=%D0%9A...0%BE%D0%BD>

<http://narod.ru/disk/11465880000/chem83.zip.html>

[http://www.vargin.mephi.ru/book\\_him.html](http://www.vargin.mephi.ru/book_him.html)

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать студента к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий: -рабочие тетради студентов; - наглядные пособия;

-гlossарий (словарь терминов по тематике дисциплины); -тезисы лекций, -раздаточный материал и др.

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

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы: - конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;

-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;

-работа с нормативными документами и законодательной базой; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;

-выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);

-решение задач, упражнений;



- написание рефератов (эссе);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- выполнение переводов на иностранные языки/с иностранных языков;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций ситуации;
- обработка статистических данных, нормативных материалов;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

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**

Системные программные средства: MicrosoftWindowsXP, MicrosoftVista

Прикладные программные средства: MicrosoftOffice 2007 Pro, FireFox

Специализированное программное обеспечение: СДО Moodle, SunRAVBookOfficePro, SunRAVTestOfficePro, специализированные химические программы и др.

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по **потокам** студентов, 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.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом 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 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 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), колбыконические (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).