

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор



подпись

Хагуров Т.А.

«29» мая 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Б1.В.08 БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки – 04.03.01 Химия

Направленность/профиль - Неорганическая химия  
и химия координационных соединений

Форма обучения – очная

Квалификация выпускника – бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Бионеорганическая химия» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Программу составил(и) :

В.И. Зеленев, доцент, кандидат химических наук



Рабочая программа дисциплины «Бионеорганическая химия» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и ИВТ в химии протокол № 10 от «15» 05 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Буков Н.Н.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и ИВТ в химии протокол №10 от «15» 05 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Буков Н.Н.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Химии и высоких технологий

протокол № 5 от «25» 05 2020 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензенты:

Кононенко Н.А., док. хим. наук, профессор кафедры физической химии ФГБОУ ВО «КубГУ»

Петров Н.Н., канд. хим. наук, генеральный директор ООО «Интеллектуальные композиционные решения»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Формирование системы понятий, относящихся к свойствам биометаллов, биолигандов, биологической роли координационных соединений и основных экспериментальных приемов работы с соединениями биометаллов, необходимых для дальнейшей профессиональной деятельности, в соответствии с компетентностным подходом.

### 1.2 Задачи дисциплины

- Владение системой фундаментальных химических понятий, законов и навыков используемых при анализе проблем в области бионеорганической химии возникающих в ходе профессиональной деятельности;

- Освоение методик выполнения стандартных лабораторных экспериментов и методик работы с современными лабораторными установками.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Б1.В.08 Бионеорганическая химия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций (ПК)

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
1	ПК-4 – Способность прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения.	Основные свойства биометаллов и соединений на их основе; Методы прогнозирования свойств соединений биометаллов	Прогнозировать свойства веществ, содержащих биометаллы и биолиганды, и функциональные зависимости между структурными параметрами и биологическими свойствами веществ.	Основными приемами прогнозирования свойств соединений биометаллов и их соединений, а также возможностью практического использования вновь полученных соединений на основе изучения их структуры.
2	ПК-5 – Способность осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	Способы работы с современными базами данных; Основные приемы обработки и систематизации информации	Использовать современные информационные технологии для обработки и систематизации информации в области химии биометаллов, прогнозирования их биологических свойств.	Навыками работы с современными системами поиска и обработки информации в области неорганической биохимии

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)		
			5	6	7
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>102</b>	-	-	<b>102</b>
Занятия лекционного типа		34	-	-	34
Лабораторные занятия		68	-	-	68
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	-	-	6
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	-	-	0,3
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>					
Курсовая работа		-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		35	-	-	35
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		-	-	-	-
Реферат		-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		10	-	-	10
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену		26,7	-	-	26,7
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	180	-	-	180
	<b>в том числе контактная работа</b>	108,3	-	-	108,3
	<b>зач. ед.</b>	5	-	-	5

### 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма).

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Биометаллы и биолиганды	50	14	-	24	12
2	Металлоферменты	34	8	-	16	10
3	Прикладные аспекты бионеорганической химии	63	12	-	28	23
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		147	34	-	68	45
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	10				
	Общая трудоёмкость по дисциплине	180				

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Биометаллы и биолиганды	Химические элементы в атмосфере и биосфере. Макро- и микроэлементы живой материи. Металлы жизни Уильямса. Иерархия биолигандов. Методы исследования процессов биокоординации. Биологические свойства металлов, не относящихся к металлам жизни.	У
2.	Металлоферменты	Свойства металлоферментов. Строение молекул металлоферментов. Кинетика катализа металлоферментами Типичные металлоферменты: каталаза, алкогольдегидрогеназа, карбоангидраза и механизм их действия	У
3.	Прикладные аспекты бионеорганической химии	Проблема биокальцинации и разработка новых лекарственных препаратов для косметологии и травматологии. Аккумуляция металлов биосистемами. Металлопатии и их лечение. Цисплатин и его роль в лечении онкологических заболеваний. Карбоплатин и его преимущества. Новые противоопухолевые препараты на основе комплексных соединений. Лекарственные препараты на основе висмута и механизм их действия. Соединения лития и их применения при лечении расстройств психики. Проблема детоксикации организма при отравлении соединениями металлов.	У

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Определение содержания биометаллов в растительных материалах	У, ЛР
2.	Синтез комплексных соединений витамина РР	У, ЛР
3.	Определение содержания лигандов в биокоординационных соединениях	У, ЛР
4.	Определение активности металлоферментов	У, ЛР

5.	Сравнительная характеристика действия неорганических катализаторов и ферментов	У, ЛР
6.	Синтез гидроксиапатита	У, ЛР
7.	Синтез модифицированного гидроксиапатита	У, ЛР
8.	Определение содержания кальция в модельных имплантах.	У, ЛР

Устный опрос (У), защита лабораторной работы (ЛР)

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	<ol style="list-style-type: none"> <li>Бертини, И. Биологическая неорганическая химия: структура и реакционная способность [Электронный ресурс] : в 2 т. (комплект) / И. Бертини, Г. Грей, Э. Стифель, Дж. Валентине ; пер. с англ. – 3-е изд. (эл.) – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 1148 с. – (Лучший зарубежный учебник). – ISBN: 978-5-00101-560-4. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/94165#book_name">https://e.lanbook.com/book/94165#book_name</a></li> <li>Биометаллоорганическая химия [Электронный ресурс] / ред. Ж. Жауэн; пер. с англ. – 2-е изд. (эл.) – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 505 с. – ISBN: 978-5-9963-2403-3. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/66354#book_name">https://e.lanbook.com/book/66354#book_name</a></li> <li>Егоров, В.В. Бионеорганическая химия [Электронный ресурс] : Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. [и др.]: Лань, 2017. – 412 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN: 978-5-8114-2590-7. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/95132#book_name">https://e.lanbook.com/book/95132#book_name</a></li> <li>Журнал неорганической химии</li> <li>Координационная химия (журнал)</li> <li>Успехи химии (журнал)</li> </ol>
2	Подготовка к текущему контролю	<ol style="list-style-type: none"> <li>Бертини, И. Биологическая неорганическая химия: структура и реакционная способность [Электронный ресурс] : в 2 т. (комплект) / И. Бертини, Г. Грей, Э. Стифель, Дж. Валентине ; пер. с англ. – 3-е изд. (эл.) – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 1148 с. – (Лучший зарубежный учебник). – ISBN: 978-5-00101-560-4. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/94165#book_name">https://e.lanbook.com/book/94165#book_name</a></li> <li>Биометаллоорганическая химия [Электронный ресурс] / ред. Ж. Жауэн; пер. с англ. – 2-е изд. (эл.) – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 505 с. – ISBN: 978-5-9963-2403-3. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/66354#book_name">https://e.lanbook.com/book/66354#book_name</a></li> <li>Егоров, В.В. Бионеорганическая химия [Электронный ресурс] : Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. [и др.]: Лань,</li> </ol>

	2017. – 412 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN: 978-5-8114-2590-7. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/95132#book_name">https://e.lanbook.com/book/95132#book_name</a>
	4. Журнал неорганической химии 5. Координационная химия (журнал) 6. Успехи химии (журнал)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме с увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

При проведении занятий используются консервативные (лекции) и репродуктивные (лабораторные занятия) педагогические технологии, в том числе такие интерактивные формы, как совместный разбор задач теоретического и экспериментального типа.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья используются образовательные технологии, позволяющие полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности, вносить вовремя необходимые коррективы как в деятельность студента инвалида, так и в деятельность преподавателя.

Вид занятий	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Лабораторные работы	Диалоговое обучение, беседы	14
Итого		14

### 4. Оценочные и методические материалы

#### 4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Б1.В.08 Бионеорганическая химия».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме вопросов, заданий, тем для самостоятельной работы и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Биометаллы и биолиганды	ПК-4, ПК-5	У, ЛР	Экзамен
2	Металлоферменты	ПК-4, ПК-5	У, ЛР	Экзамен
3	Прикладные аспекты бионеорганической химии	ПК-4, ПК-5	У, ЛР	Экзамен

#### Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенции	Состав уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно/зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично/зачтено
ПК-4 – Способность прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и опреде-	<i>Знает:</i> Основные свойства биометаллов и соединений на их основе; <i>Базовые методы прогнозирования свойств соединений биометаллов</i>	<i>Знает:</i> Свойства биометаллов и соединений на их основе; <i>Методы прогнозирования свойств соединений биометаллов</i>	<i>Знает:</i> Свойства биометаллов и соединений на их основе; <i>Основные и современные методы прогнозирования свойств соединений биометаллов</i>
	<i>Умеет:</i> Прогнозировать основные свойства ве-	<i>Умеет:</i> Прогнозировать свойства веществ, соде-	<i>Умеет:</i> Творчески применять навыки прогнози-



<p>лять области их возможно-го применения</p>	<p>ществ, содержащих био-металлы и биолиганды, и некоторые функцио-нальные зависимости между структурными параметрами и биологи-ческими свойствами веществ.</p> <p><i>Владеет:</i> Базовыми при-емами прогнозирования свойств соединений би-ометаллов и их соеди-нений.</p>	<p>ржащих биометаллы и биолиганды, и функци-ональные зависимости между структурными параметрами и биологи-ческими свойствами веществ.</p> <p><i>Владеет:</i> Приемами прогнозирования свойств соединений би-ометаллов и их соедине-ний, а также возможных областей практического использования вновь полученных соединений на основе изучения их структуры.</p>	<p>рования свойств веществ, содержащих биометаллы и биолиганды, а также выявлять функциональ-ные зависимости между структурными параметра-ми и биологическими свойствами веществ.</p> <p><i>Владеет:</i> Современными приемами прогнозирова-ния свойств соединений биометаллов и их соеди-нений, а также возмож-ных областей практиче-ского использования вновь полученных соеди-нений на основе изучения их структуры.</p>
<p>ПК-5 – Способность осу-ществлять поиск и первичную обрабо-тку научной и нау-чно-технической информации по предложенно й теме</p>	<p><i>Знает:</i> Основные способы работы с базами данных; Базовые приемы обработки и систематизации информации</p> <p><i>Умеет:</i> Использовать информационные технологии для поиска и обработки информации в области химии биометаллов.</p> <p><i>Владеет:</i> Базовыми навыками работы с системами поиска и обработки информации в области неоргани-ческой биохимии</p>	<p><i>Знает:</i> Способы рабо-ты с современными ба-зами данных; Приемы обработки и систематизации инфор-мации</p> <p><i>Умеет:</i> Использовать современные информа-ционные технологии для поиска, обработки и систематизации ин-формации в области химии биометаллов, прогнозирования их биологических свойств.</p> <p><i>Владеет:</i> Навыками ра-боты с современными системами поиска и об-работки информации в области неорганиче-ской биохимии</p>	<p><i>Знает:</i> Способы работы с широким спектром со-временных баз данных; Современные приемы обработки и системати-зации информации</p> <p><i>Умеет:</i> Эффективно ис-пользовать современные информационные техно-логии для поиска, обра-ботки и систематизации информации в области химии биометаллов, прогнозирования их биологических свойств.</p> <p><i>Владеет:</i> Приемами эф-фективного поиска труд-нодоступной информа-ции с помощью совре-менных поисковых сис-тем, а также навыками творческой обработки информации в области неорганической биохимии</p>

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Вопросы и задания для текущего контроля**

1. Какие методы используются для определения содержания металлов в живой ткани? (ПК-5)
2. Какой из биометаллов можно выделить в отдельную группу и с какими причинами это связано? (ПК-4, ПК-5)
3. Какие физико-химические методы применяются для исследования соединений биометаллов? (ПК-4, ПК-5)
4. В чем преимущества и недостатки применения метода ЭПР для исследования соединений биометаллов? (ПК-4, ПК-5)
5. Спектроскопические исследования соединений металлов методами электронной спектроскопии базируются на ТКП. Приведите её основные положения (ПК-4, ПК-5)
6. Что лежит в основе метода редкоземельного зондирования поведения биометаллов? (ПК-4, ПК-5)
7. Приведите примеры использования ИК-спектроскопии для решения задач исследования объектов бионеорганической химии (ПК-4, ПК-5)
8. Перечислите методы получения металлоферментов и их основные источники (ПК-4, ПК-5)
9. Объясните термины «Субстратная специфичность» и «Специфичность действия» (ПК-4, ПК-5)
10. Какие экспериментальные методы контроля процессов ферментации существуют? (ПК-4, ПК-5)
11. Кинетика ферментативных процессов (ПК-4, ПК-5)
12. Карбоангидраза и её биологическая роль. Какую структуру имеет карбоангидраза? (ПК-4, ПК-5)
13. Каким методом Рип и Янг установили механизм действия карбоангидразы? (ПК-4, ПК-5)
14. Строение активного центра карбоангидразы (ПК-4, ПК-5)
15. Спектрофотометрическое исследование рН- зависимости активности карбоангидразы (ПК-4, ПК-5)
16. Каким способом был изучен процесс ингибирования карбоангидразы? (ПК-4, ПК-5)
17. Карбоксипептидаза и её биологическая роль (ПК-4, ПК-5)
18. Структура молекулы карбоксипептидазы экспериментальное исследование механизма действия и структуры молекулы (ПК-4, ПК-5)
19. Возможные методы исследования механизмов ингибирования карбоангидразы (ПК-4, ПК-5)
20. Какие тенденции являются преобладающими при развитии современной бионеорганической химии? (ПК-5)
21. Какие методы моделирования используются в бионеорганической химии? (ПК-4, ПК-5)
22. На основе каких базовых теорий прогнозируются возможности биокоординации? (ПК-4, ПК-5)
23. Перечислите методы исследования взаимодействия биометаллов и биолигандов в растворе (ПК-4, ПК-5)
24. В большинстве процессов бионеорганической химии происходит образование разнолигандных комплексных соединений. В чем причина этого явления? (ПК-4, ПК-5)

25. Какие современные методы исследования можно использовать для изучения разнолигандных комплексных соединений биолигандов? Перечислите основные типы приборов, необходимые для таких исследований (ПК-4, ПК-5)
26. Какую роль играют в организмах щелочные и щелочноземельные металлы? (ПК-4, ПК-5)
27. Объясните механизм действия гемоглобина в биосистемах (ПК-4, ПК-5)
28. Биокальцинация и препараты Радис (ПК-4, ПК-5)
29. Токсикологические аспекты БНХ. Болезнь Минамото (ПК-4, ПК-5)
30. Коряжная болезнь и методы её лечения (ПК-5)
31. Что такое кривая токсичности металлов? (ПК-5)
32. Как был получен цис-платин? (ПК-4, ПК-5)
33. Карбоплатин и преимущества его использования (ПК-4, ПК-5)
34. Механизм действия координационных соединений платины в качестве противоопухолевых препаратов (ПК-4, ПК-5)
35. Разнолигандные комплексные соединения в качестве противоопухолевых препаратов (ПК-4, ПК-5)
36. Координационные соединения висмута и механизм их терапевтического действия (ПК-4, ПК-5)
37. Соединения лития в качестве эффективных психотерапевтических средств (ПК-5)
38. Методы лечения пораженных боевыми отравляющими веществами. БАЛ (ПК-4, ПК-5)
39. Хелатотерапия (ПК-4, ПК-5)
40. Золото и применение препаратов золота в медицине (ПК-5)
41. Серебро в медицине (ПК-5)
42. Перенос кислорода в биосистемах (ПК-4, ПК-5)
43. Гемоглобин, миоглобин и гемоцианин (ПК-4, ПК-5)
44. Коэффициент Хилла (ПК-5)

### Задания

При исследовании пероксидазы растительного сырья были получены данные, приведенные в таблице. Рассчитайте её активность в известных Вам единицах.

$A_1$	$A$	$V_1$	$V$	$n$	$t$
12,0	8,3	20,0	100,0	2,5	600
12,0	7,6	20,0	100,0	2,8	600
12,0	5,8	20,0	100,0	3,2	600
12,0	9,3	20,0	100,0	2,0	600
12,0	4,9	20,0	100,0	4,0	600
12,0	10,0	20,0	100,0	1,8	600
12,0	5,9	20,0	100,0	4,3	600
12,0	4,1	20,0	100,0	4,7	600

Где  $A_1$ ,  $A$  – объёмы 0,01н раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование контрольной пробы и исследуемого образца (мл);

$V_1$ ,  $V$  – Объём ферментной вытяжки, взятой для определения, и общий объём приготовленной ферментной вытяжки (мл);

$n$  – масса образца растительного материала (г);

$t$  – время опыта (с).

Учтите, что 1 мл раствора тиосульфата натрия данной концентрации соответствует 20 мкмоль пероксида водорода (ПК-5)

## Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

### Вопросы для подготовки к экзамену

1. Какие методы используются для определения содержания металлов в живой ткани?
2. Какой из биометаллов можно выделить в отдельную группу и с какими причинами это связано?
3. Какие физико-химические методы применяются для исследования соединений биометаллов?
4. В чем преимущества и недостатки применения метода ЭПР для исследования соединений биометаллов?
5. Спектроскопические исследования соединений металлов методами электронной спектроскопии базируются на ТКП. Приведите её основные положения.
6. Что лежит в основе метода редкоземельного зондирования поведения биометаллов?
7. Приведите примеры использования ИК-спектроскопии для решения задач исследования объектов бионеорганической химии.
8. Перечислите методы получения металлоферментов и их основные источники.
9. Объясните термины «Субстратная специфичность» и «Специфичность действия».
10. Какие экспериментальные методы контроля процессов ферментации существуют?
11. Кинетика ферментативных процессов.
12. Каким способом был изучен процесс ингибирования карбоангидразы?

### Задание

При исследовании пероксидазы растительного сырья были получены данные приведенные в таблице. Рассчитайте её активность в известных Вам единицах.

№	$A_1$	$A$	$V_1$	$V$	$n$	$t$
13.	12,0	8,3	20,0	100,0	2,5	600
14.	12,0	7,6	20,0	100,0	2,8	600
15.	12,0	5,8	20,0	100,0	3,2	600
16.	12,0	9,3	20,0	100,0	2,0	600
17.	12,0	4,9	20,0	100,0	4,0	600
18.	12,0	10,0	20,0	100,0	1,8	600
19.	12,0	5,9	20,0	100,0	4,3	600
20.	12,0	4,1	20,0	100,0	4,7	600

Где  $A_1$ ,  $A$  – объёмы 0,01н раствора тиосульфата натрия, пошедшего на титрование контрольной пробы и исследуемого образца (мл);

$V_1$ ,  $V$  – Объём ферментной вытяжки, взятой для определения, и общий объём приготовленной ферментной вытяжки (мл);

$n$  – масса образца растительного материала (г);

$t$  – время опыта (с).

21. Карбоангидраза и её биологическая роль. Какую структуру имеет карбоангидраза?
22. Каким методом Рип и Янг установили механизм действия карбоангидразы?
23. Строение активного центра карбоангидразы.
24. Спектрофотометрическое исследование рН-зависимости активности карбоангидразы.
25. Карбоксипептидаза и её биологическая роль.
26. Структура молекулы карбоксипептидазы экспериментальное исследование механизма действия и структуры молекулы.
27. Возможные методы исследования механизмов ингибирования карбоангидразы.
28. Какие тенденции являются преобладающими при развитии современной бионеорганической химии?

29. Какие методы моделирования используются в бионеорганической химии?
30. На основе каких базовых теорий прогнозируются возможности биокоординации?
31. Перечислите методы исследования взаимодействия биометаллов и биолигандов в растворе.
32. В большинстве процессов бионеорганической химии происходит образование разнолигандных комплексных соединений. В чем причина этого явления?
33. Какие современные методы исследования можно использовать для изучения разнолигандных комплексных соединений биолигандов? Перечислите основные типы приборов, необходимые для таких исследований.
34. Какую роль играют в организмах щелочные и щелочноземельные металлы?
35. Объясните механизм действия гемоглобина в биосистемах.
36. Биокальцинация и препараты Радис.
37. Токсикологические аспекты БНХ. Болезнь Минамото.
38. Коряжная болезнь и методы её лечения.
39. Что такое кривая токсичности металлов?
40. Как был получен цис-платин?
41. Карбоплатин и преимущества его использования.
42. Механизм действия координационных соединений платины в качестве противоопухолевых препаратов.
43. Разнолигандные комплексные соединения в качестве противоопухолевых препаратов.
44. Координационные соединения висмута и механизм их терапевтического действия.
45. Соединения лития в качестве эффективных психотерапевтических средств.
46. Методы лечения пораженных боевыми отравляющими веществами. БАЛ.
47. Хелатотерапия.
48. Золото и применение препаратов золота в медицине.
49. Серебро в медицине.
50. Перенос кислорода в биосистемах.
51. Гемоглобин, миоглобин и гемоцианин.
52. Коэффициент Хилла.

**Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством**

№	Код контролируемой компетенции	№ вопросов и заданий
1	ПК-4	2 – 12, 21 – 27, 29 – 37, 40 – 47, 50 – 51
2	ПК-5	1 – 52

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

**Критерии оценивания результатов устного опроса**

Критерий	Оценка	Уровень
Студент успешно отвечает как на основные, так и на дополнительные вопросы по теоретическим основам дисциплины и по вопросам ее практического приложения для решения задач, возникающих при исследовании объектов бионеорганической химии.	зачтено	пороговый
Студент испытывает затруднения при ответах на теоретические вопросы и не способен использовать теоретические знания для решения практических задач, возникающих при исследовании объектов бионеорганической химии.	не зачтено	не сформирован

### Критерии оценивания и рекомендации к оформлению отчета о выполнении лабораторной работы

При подготовке отчетов по лабораторному практикуму необходимо: проанализировать материал теоретического раздела, соответствующего теме работы, сформулировать цели и задачи работы, привести список необходимого оборудования и материалов, оформить результаты экспериментов и вычислений в соответствии с используемой методикой, отчет завершить четко сформулированными выводами.

Критерий	Оценка	Уровень
Отчет по лабораторной работе содержит: цель, задачи и список необходимого оборудования и материалов. Результаты эксперимента и необходимые вычисления приведены согласно рекомендуемой методике работы. Выводы соответствуют полученным результатам. При сдаче отчета студент ориентируется в теоретических положениях по разделу программы соответствующему теме лабораторной работы	зачтено	сформирован
Отчет не содержит четко сформулированной цели и задач работы. Оборудование и материалы перечислены не полностью. Экспериментальная часть работы и результаты вычислений оформлены с серьезными погрешностями. Выводы отсутствуют или не соответствуют полученным результатам. Студент испытывает значительные затруднения при ответах на вопросы по разделам программы соответствующих теме лабораторной работы.	не зачтено	не сформирован

### Методические рекомендации к сдаче экзамена

Экзамен по дисциплине «Бионеорганическая химия» преследует цель оценить работу студента за период изучения дисциплины, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач. Экзамен проводится в устной форме. Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины. Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

### Примеры экзаменационных билетов



Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра общей, неорганической химии и ИВТ в химии

---

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 по дисциплине «Бионеорганическая химия»

1. Классификация биометаллов по Уильямсу.
2. БАЛ и его аналоги при детоксикации организма, механизм действия БАЛ.

Заведующий кафедрой

Н.Н. Буков



Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра общей, неорганической химии и ИВТ в химии

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**  
*по дисциплине «Бионеорганическая химия»*

1. Карбоангидраза, строение карбоангидразы и ее свойства.
2. Золото и его роль при лечении заболеваний.

Заведующий кафедрой

Н.Н. Буков

**Критерии экзаменационной оценки:**

<b>Критерий</b>	<b>Оценка</b>	<b>Уровень</b>
Студент уверенно отвечает на поставленные вопросы, как приведенные в экзаменационном билете, так и на дополнительные. Владеет материалом по бионеорганической химии, четко представляет связь этого раздела науки с координационной химией, биохимией и практическими приложениями изучаемой дисциплины к проблемам медицины, биологии, техники и сельского хозяйства в соответствии с компетенциями, указанными в РПД дисциплины, а также знаком с дополнительным материалом по изучаемой дисциплине.	отлично	повышенный (продвинутый)
Студент владеет основами бионеорганической химии, уверенно отвечает на поставленные вопросы, как приведенные в экзаменационном билете, так и на дополнительные. Ориентируется в прикладных проблемах бионеорганической химии. Владеет материалом в соответствии с компетенциями, указанными в РПД дисциплины.	хорошо	базовый
Студент отвечает на вопросы, приведенные в экзаменационном билете, но испытывает затруднения при ответах на дополнительные вопросы. С трудом ориентируется в вопросах решения прикладных проблем бионеорганической химии. В целом владеет материалом в соответствии с компетенциями, указанными в РПД дисциплины.	удовлетворительно	пороговый
Студент испытывает значительные затруднения при ответах на вопросы, относящиеся к области бионеорганической химии, приведенные в экзаменационном билете. Не владеет знаниями прикладного характера и материалом в соответствии с компетенциями, указанными в РПД дисциплины.	неудовлетворительно	Менее 50%. Уровень не сформирован

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература:**

1. Бертини, И. Биологическая неорганическая химия: структура и реакционная способность [Электронный ресурс] : в 2 т. (комплект) / И. Бертини, Г. Грей, Э. Стифель, Дж. Валентине ; пер. с англ. – 3-е изд. (эл.) – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 1148 с. – (Лучший зарубежный учебник). – ISBN: 978-5-00101-560-4. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/94165#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/94165#book_name)
2. Биометаллоорганическая химия [Электронный ресурс] / ред. Ж. Жауэн; пер. с англ. – 2-е изд. (эл.) – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 505 с. – ISBN: 978-5-9963-2403-3. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/66354#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/66354#book_name)

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используются специальные сервисы в электронно-библиотечных системах (ЭБС), доступ к которым организует Научная библиотека КубГУ.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Егоров, В.В. Бионеорганическая химия [Электронный ресурс] : Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. [и др.]: Лань, 2017. – 412 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN: 978-5-8114-2590-7. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/95132#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/95132#book_name)

### **5.3. Периодические издания:**

При подготовке используются следующие периодические издания:

1. Журнал неорганической химии.
2. Координационная химия
3. Успехи химии

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Интернет сайты ведущих государственных ВУЗов и научных организаций РФ: МГУ, СПбГУ, РХТУ, НГУ, КубГУ, РАН РФ и др.
2. Российское образование, федеральный портал – URL: <http://www.edu.ru>
3. Интерактивная база данных книг и журналов SpringerLink.
4. Химический редактор ChemSketch: <http://www.acdlabs.com>
5. [www.humuk.ru](http://www.humuk.ru)
6. Электронная библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>)

### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

По курсу «Бионеорганическая химия» предусмотрено проведение аудиторных занятий в форме лекций и лабораторных работ. Лекция предполагает передачу в структурированной форме систематизированной информации большого объема. Посещение и конспектирование лекции студентами способствует формированию общих подходов и принципов усвоения содержания данной дисциплины, содействует активизации мышления, нацеливает на дальнейшую самостоятельную познавательную деятельность. Рекомендуются конспектировать лекции по принципу выделения опорных пунктов той или иной темы, что позволит в дальнейшем углублять полученные на лекциях знания при помощи дополнительных источников информации. Разделы лекций, которые вызывают затруднения, могут быть обсуждены в форме вопросов, заданных после лекции, или в ходе консультаций.



Выполнению лабораторной работы предшествует краткий опрос студентов в соответствии с тематикой раздела. В процессе выполнения лабораторной работы углубляются научно-теоретические знания, вырабатываются практические умения (планирование и проведение эксперимента с использованием специального оборудования и приборов, вычисления, расчеты, использование таблиц и справочной литературы). Применяются различные технологии проведения лабораторных занятий, сочетающие индивидуальную, групповую и коллективную формы деятельности и обсуждения полученных результатов.

При подготовке отчетов по лабораторному практикуму необходимо проанализировать материал теоретического раздела, соответствующего теме работы, сформулировать цели и задачи работы, привести список необходимого оборудования и материалов, оформить результаты экспериментов и вычислений в соответствии с используемой методикой, отчет завершить четко сформулированными выводами.

Важнейшим этапом освоения дисциплины является самостоятельная работа, нацеленная на закрепление знаний, полученных в ходе лекций и лабораторных работ, и позволяющая расширить кругозор студента в области бионеорганической химии. Кроме того, самостоятельная работа студента позволяет осуществить эффективную подготовку к текущей и промежуточной аттестации.

№	Наименование раздела	Формы самостоятельной работы	Формы отчетности
1	Биометаллы и биолиганды	Самостоятельное изучение разделов. Подготовка к лабораторным занятиям. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet.	УО, ЛР
2	Металлоферменты	Самостоятельное изучение разделов. Подготовка к лабораторным занятиям. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet.	УО, ЛР
3	Прикладные аспекты бионеорганической химии	Самостоятельное изучение разделов. Подготовка к лабораторным занятиям. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet.	УО, ЛР

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий**

В качестве информационно-коммуникационных технологий в соответствии с рекомендациями ИИТО-2012 используются:

1. Базы данных сети «Интернет»
2. Электронные таблицы
3. Презентации
4. Электронная документация

## 7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

В курсе лабораторных работ используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Word, Excel), ACD Labs Chemskech, Компьютерная программа Hyper Chemistry.

## 7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. КонсультантПлюс: <http://www.consultant.ru>
  2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. URL: <http://fcior.edu.ru>.
  3. Российский образовательный портал. URL: <http://www.school.edu.ru>
- Рекомендуется также использовать современные базы профессиональных данных.

## 8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Бионеорганическая химия» используется лабораторное оборудование и учебно-научная аппаратура (интерактивная доска).

При выполнении лабораторных работ для реализации методик используются: спектрофотометр, весы аналитические, центрифуга, оборудование для фильтрования под вакуумом, фотоколориметр, химические реактивы и посуда.

Для математической обработки результатов требуется также ПЭВМ уровня не ниже Pentium IV с операционной системой Windows XP / 7 / 10, компьютерная программа Hyper Chemistry.

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, аудитория для проведения семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации типа ауд. 234С, снабженная комплектом учебной мебели, интерактивной доской, меловой доской, интерактивным проектором и ноутбуком.
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью, реактивами, химической посудой, приборами и оборудованием: аналитическими весами, фотоколориметром, спектрофотометром, центрифугой, оборудованием для фильтрования под вакуумом (Учебная лаборатория химической технологии и материаловедения, ауд. 435С)
3.	Самостоятельная работа	Читальный зал КубГУ, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.  Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся и курсового проектирования, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»: ауд. 431С, 433С, 428С, 443С.