

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеративное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Кубанский государственный университет»

Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый проректор



Халуров Т.А.

«26» МАЯ 2023г.

## 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 2023

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

04.03.01 Химия

Программу составил: В.И. Зеленов, доцент, к.х.н.



Рабочая программа дисциплины «Бионеорганическая химия» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и ИВТ в химии.

Протокол № 7 от « 04 » апреля 2023г.

Заведующий кафедрой В.А. Волынкин



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

Протокол № 7 от « 17 » апреля 2023г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензенты: Кононенко Н.А., профессор, д.х.н., КубГУ

Петров Н.Н., к.х.н., 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

- Овладение 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 «Бионеорганическая химия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Изучению дисциплины «Бионеорганическая химия» предшествует изучение дисциплин «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия». Данная дисциплина является предшествующей для дисциплины «Перспективные неорганические материалы со специальными функциями».

### 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):

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-4. Способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения.	
ИПК-4.1. Прогнозирует свойства химических соединений и материалов на основе данных об их химическом строении	<i>знает</i> основные положения теории химического строения веществ
	<i>умеет</i> использовать знания теории химического строения веществ для прогнозирования биологической активности координационных соединений
	<i>владеет</i> методами прогнозирования в области биоактивности и способов детоксикации организмов при помощи комплексных соединений и их компонентов
ИПК-4.2. Определяет области возможного применения различных соединений и материалов в зависимости от их свойств	<i>знает</i> основные области применения имплантов и других бионеорганических материалов, а также их компонентов
	<i>умеет</i> определять области применения различных бионеорганических материалов и их компонентов при решении практических задач
	<i>владеет</i> методами, позволяющими определять области применения различных бионеорганических материалов и их компонентов в практических целях
ПК-5. Способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	
ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме	<i>знает</i> основные источники, позволяющие изучать текущую и базовую информацию в области бионеорганической химии
	<i>умеет</i> осуществлять поиск научной и научно-технической информации в области бионеорганической химии
	<i>владеет</i> методами поиска информации в области бионеорганической химии
ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	<i>знает</i> основные закономерности, используемые при обработке научной и научно-технической информации при помощи современных технических средств
	<i>умеет</i> применять методы обработки информации в области бионеорганической химии с использованием современных математических методов
	<i>владеет</i> способами выбора и обработки информации в области химии биометаллов и биолигандов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (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>	<b>180</b>	-	-	<b>180</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>108,3</b>	-	-	<b>108,3</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>	-	-	<b>5</b>

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма обучения).

№	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
	<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>	<b>147</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>68</b>	<b>45</b>
	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 исследование процессов биокоординации. Биологические свойства металлов, не относящихся к металлам жизни.	устный опрос
2.	Металлоферменты	Свойства металлоферментов. Строение молекул металлоферментов. Кинетика катализа металлоферментами Типичные металлоферменты: каталаза, алкогольдегидрогеназа, карбоангидраза и механизм их действия	устный опрос
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.	устный опрос

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия / лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1	2	3	3
1.	Биометаллы и биолиганды	Определение содержания биометаллов в растительных материалах	ЛР1
2.	Металлоферменты	Определение активности металлоферментов	ЛР2
		Сравнительная характеристика действия неорганических катализаторов и ферментов	ЛР3
3.	Прикладные аспекты бионеорганической химии	Синтез комплексных соединений витамина РР	ЛР4
		Определение содержания лигандов в биокоординационных соединениях	ЛР5
		Синтез гидроксиапатита	ЛР6
		Синтез модифицированного гидроксиапатита	ЛР7
		Определение содержания кальция в модельных имплантах.	ЛР8

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

### 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>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: <a href="https://e.lanbook.com/book/94165#book_name">https://e.lanbook.com/book/94165#book_name</a></li><li>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: <a href="https://e.lanbook.com/book/66354#book_name">https://e.lanbook.com/book/66354#book_name</a></li><li>3. Журнал неорганической химии</li><li>4. Координационная химия (журнал)</li><li>5. Успехи химии (журнал)</li></ol>
2	Подготовка к текущему контролю	<ol style="list-style-type: none"><li>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: <a href="https://e.lanbook.com/book/94165#book_name">https://e.lanbook.com/book/94165#book_name</a></li><li>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: <a href="https://e.lanbook.com/book/66354#book_name">https://e.lanbook.com/book/66354#book_name</a></li><li>3. Журнал неорганической химии</li><li>4. Координационная химия (журнал)</li><li>5. Успехи химии (журнал)</li></ol>

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, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

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

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.

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

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

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-4.1. Прогнозирует свойства химических соединений и материалов на основе данных об их химическом строении	<i>знает</i> основные положения теории химического строения веществ	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене
		<i>умеет</i> использовать знания теории химического строения веществ для прогнозирования биологической активности координационных соединений	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене
		<i>владеет</i> методами прогнозирования в области биоактивности и способов детоксикации организмов при помощи комплексных соединений и их компонентов	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене

2	ИПК-4.2. Определяет области возможного применения различных соединений и материалов в зависимости от их свойств	<i>знает</i> основные области применения имплантов и других бионеорганических материалов, а также их компонентов	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене
		<i>умеет</i> определять области применения различных бионеорганических материалов и их компонентов при решении практических задач	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене
		<i>владеет</i> методами, позволяющими определять области применения различных бионеорганических материалов и их компонентов в практических целях	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене
3	ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме	<i>знает</i> основные источники, позволяющие изучать текущую и базовую информацию в области бионеорганической химии	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене
		<i>умеет</i> осуществлять поиск научной и научно-технической информации в области бионеорганической химии	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене
		<i>владеет</i> методами поиска информации в области бионеорганической химии	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене
4	ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	<i>знает</i> основные закономерности, используемые при обработке научной и научно-технической информации при помощи современных технических средств	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене
		<i>умеет</i> применять методы обработки информации в области бионеорганической химии с использованием современных математических методов	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене
		<i>владеет</i> способами выбора и обработки информации в области химии биометаллов и биолигандов	устный опрос, лаб. работа	вопрос на экзамене

**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)

#### 1. Список вопросов 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);

$m$  – 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.

**2. Примеры билетов к экзамену**



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

В.А.Волынкин



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

В.А.Волынкин

**Критерии оценивания результатов обучения**

<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

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.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1 Учебная 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)

### **5.2. Периодические издания**

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

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### **Профессиональные базы данных:**

1. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
2. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>

#### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

#### 4. 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. Рекомендуется 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.	устный опрос, ЛР
2	Металлоферменты	Самостоятельное изучение разделов. Подготовка к лабораторным занятиям. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet.	устный опрос, ЛР
3	Прикладные аспекты бионеорганической химии	Самостоятельное изучение разделов. Подготовка к лабораторным занятиям. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet.	устный опрос, 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.

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

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория химической технологии и материаловедения (ауд. 435С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, весы лабораторные электронные A&D EK-410i, электроплитки – 10 шт., сушильный шкаф, мешалки механические – 8 шт., мешалки магнитные IKA HS 7 – 8 шт., спектрофотометр LEKI SS 2110 UV, печь муфельная LF 15/13-V2, химические реактивы.	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 411С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office