

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



**Программа дисциплины**  
Основы бионеорганической химии Б1.В.ДВ.6

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Улахович Н.А.

**Рецензент(ы):**

Соломонов Б.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Амиров Р. Р.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_\_\_ г

Регистрационный № 749315

Казань  
2015

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Улахович Н.А. Кафедра неорганической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова , Nikolay.Ulakhovich@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

получение знаний значения и функций неорганических ионов в живом организме, роль металлов в ферментативном катализе, изучение строения свойств и био-логических функций металлоферментов, влияния токсичных металлов на живые организмы, рассмотрение взаимодействия ионов металлов с нуклеиновыми кислотами, а также транспорта ионов металлов в организме

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.04.01 Химия и относится к дисциплинам по выбору.  
Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

относится к циклу Б1 профессиональных дисциплин, его вариативной части Б1.В.ДВ.6 и опирается на основные разделы общенациональных дисциплин: неорганическая химия, органическая химия

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью демонстрации общенациональных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам

В результате освоения дисциплины студент:

### 1. должен знать:

- значение и функции неорганических ионов, комплексов металлов в живом организме;
- теоретические основы бионеорганических процессов в живых организмах

### 2. должен уметь:

- ориентироваться в основных понятиях биологии и неорганической химии, в методах моделирования бионеорганических систем и живых клеток, в применимости данных моделей;
- ориентироваться в основных понятиях и терминах химической экологии

3. должен владеть:

навыками:

- использования знаний в области бионеорганической химии для решения задач сельскохозяйственного производства, охраны окружающей среды, медицины, фармакологии;
- научного исследования сложных биологических систем и их моделей

систематизировать свои знания в различных областях химии (координационной, физической химии, химии высокомолекулярных и элементоорганических соединений) и активизировать их применительно к более сложным биологическим молекулам

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### **4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

##### **Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение	3	1	0	2	1	устный опрос
2.	Тема 2. Функции металлов в организме	3	2-3	0	2	2	контрольная работа
3.	Тема 3. Металлоферменты	3	4-5	0	2	2	контрольная работа
4.	Тема 4. Бионеорганическая химия и проблемы окружающей среды	3	6-7	0	2	2	контрольная работа
5.	Тема 5. Взаимодействие ионов металлов с нуклеиновыми кислотами	3	8-9	0	2	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Регуляция электролитного, водного и кислотно-щелочного баланса	3	10-11	0	2	2	контрольная работа
7.	Тема 7. Заключение	3	12	0	2	1	контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			0	14	12	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Основные положения координационной химии: центральный атом, лиганд, дентатность лигандов, типы координационных центров биологических макромолекул. Биохимическая классификация металлов: жизненно-необходимые, примесные, токсичные; их отличия.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Биохимические лиганды: аминокислоты, пептиды, нуклеотиды

### Тема 2. Функции металлов в организме

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

включение в состав активного центра фермента, конформационное адаптирование, взаимодействие с биосубстратом.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Функции необходимых ионов тяжелых металлов.

### Тема 3. Металлоферменты

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

классификация, истинные металлоферменты и металлоферментные комплексы, отличия. Понятие кофермента.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Катализическая роль связанного металла: дегидрогеназы. Ферменты метаболизма СОГ - декарбоксилазы.

### Тема 4. Бионеорганическая химия и проблемы окружающей среды

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Токсичные металлы и их влияние на организм. Механизм токсичности; тяжелые металлы как неспецифические ингибиторы ферментов.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Теория ЖМКО и токсичность металлов.

### Тема 5. Взаимодействие ионов металлов с нуклеиновыми кислотами

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Комплексы нуклеозидов и нуклеотидов: потенциальные центры связывания металла, структура и устойчивость комплексов.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Комpleксы полинуклеоидов и нуклеиновых кислот.

**Тема 6. Регуляция электролитного, водного и кислотно-щелочного баланса****практическое занятие (2 часа(ов)):**

Состав жидкостей организма, регуляция осмотического давления, роль воды в организме и ее обмен. Регуляция pH жидкостей организма; буферные системы.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Мембранный транспорт ионов.

**Тема 7. Заключение****практическое занятие (2 часа(ов)):**

Роль бионеорганической химии в изучении клетки как сложной биологической системы.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Буферные системы

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение	3	1	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Функции металлов в организме	3	2-3	подготовка к контрольной работе	7	контрольная работа
3.	Тема 3. Металлоферменты	3	4-5	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
4.	Тема 4. Бионеорганическая химия и проблемы окружающей среды	3	6-7	подготовка к контрольной работе	7	контрольная работа
5.	Тема 5. Взаимодействие ионов металлов с нуклеиновыми кислотами	3	8-9	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
6.	Тема 6. Регуляция электролитного, водного и кислотно-щелочного баланса	3	10-11	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
7.	Тема 7. Заключение	3	12	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
	Итого				46	

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

- демонстрацией слайдов с применением мультимедийной техники,
- использованием раздаточного материала.
- использованием интернет-ресурсов различных поисковых систем, таких как [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.wail.ru](http://www.wail.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru); [www.rushim.ru](http://www.rushim.ru), [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru), [www.Scirus.com](http://www.Scirus.com), а также сайтов государственных ВУЗов: МГУ, СПбГУ, НГУ, ИК СО РАН, Scientopica, ChemWeb, ResearchIndex, ScientificWorld

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Введение**

устный опрос , примерные вопросы:

Биохимическая классификация металлов: жизненно-необходимые, примесные, токсичные; их отличия.

### **Тема 2. Функции металлов в организме**

контрольная работа , примерные вопросы:

В чем отличие денатурации белков и ДНК? Как меняется симметрия комплекса железа с гемом при оксигенировании?

### **Тема 3. Металлоферменты**

контрольная работа , примерные вопросы:

В чем отличия истинных металлоферментов от металлоферментных комплексов? Каковы функции геминных соединений железа в организме?

### **Тема 4. Бионеорганическая химия и проблемы окружающей среды**

контрольная работа , примерные вопросы:

Перечислите отличия строения кластера в металлоферменте. Что такое дыхательные ферменты, примеры?

### **Тема 5. Взаимодействие ионов металлов с нуклеиновыми кислотами**

устный опрос , примерные вопросы:

Перечислите возможные варианты участия металлов в ферментативных реакциях. Каковы возможные центры связывания металла с нуклеиновой кислотой?

### **Тема 6. Регуляция электролитного, водного и кислотно-щелочного баланса**

контрольная работа , примерные вопросы:

За счет чего возможен в организме перенос ионов через мембранные против градиента концентрации?

### **Тема 7. Заключение**

контрольная работа , примерные вопросы:

Ферменты, строение и свойства. Взаимодействие металлов с нуклеиновыми кислотами.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Билет 1.

1. В чем отличие денатурации белков и ДНК?
2. Какие вы знаете цинксодержащие ферменты?
3. Какие два типа комплексов Михаэлиса выделяются в ферментативных процессах с участием марганца.

Билет 2.

1. В чем отличие истинных металлоферментов от металлоферментных комплексов?
2. Функции марганца в организме.
3. В чем отличие строения молекул витамина В12 и B12.

Билет 3

1. Функции в организме метилкобаламина.
2. Что такое дыхательные ферменты? Приведите примеры.
3. Как происходит транспорт железа в организме?

#### Билет 4

1. Перечислите возможные варианты участия металлов в ферментативных реакциях.
2. Каковы возможные центры связывания металла с нуклеиновой кислотой?
3. Каков механизм действия креатинкиназы и пируваткиназы?

Примеры билетов к контрольной работе 2

#### Билет 5.

1. Что определяет форму полипептидной цепи?
2. В чем отличия ионных и нейтральных ионофоров?
3. Вторичная структура белков.

#### Билет 6.

1. Третичная структура белков.
2. За счет чего возможен в организме перенос ионов через мембранные протеины против градиента концентрации.
3. Как происходит комплексообразование ионов магния с АТФ?

#### Билет 7

1. Структура аминокислот.
2. Четвертичная структура белков.
3. Функция натрия в организме.

#### Билет 8

1. Реакция конденсации аминокислот. Приведите примеры.
2. Что является источником энергии в ионном (натриевом) насосе?
3. Какие вы знаете синтетические ионофоры?

#### Билет 9

1. Белки, структура и взаимодействие с металлами.
2. Транспорт железа в организме: негеминные железопротеиды.

#### Билет 10

1. Ионофоры, свойства и классификация. Нейтральные ионофоры.
2. Комплексообразования магния с АТФ и его роль в организме.

#### Билет 11

1. Окислительно-восстановительные реакции, катализируемые металлоферментами.
2. Марганец как активатор ферментов - трансфераз.

#### Билет 12

1. Пептиды: строение, взаимодействие с металлами.
2. Кобальт, функции в организме.

Контрольные вопросы к коллоквиуму

- 1.Что такое жизненно необходимые (эссенциальные) металлы.
2. Перечислите функции кальция в организме и механизм его обмена.
3. Доза - ответная кривая для примесных металлов.
4. Пороговые концентрации химических элементов для сельскохозяйственных растений
5. Формы, в которых азот поглощается растениями
6. Функции азота в растениях.
7. Функции фосфора в растениях.
8. Признаки недостаточности калия в растениях
9. Доза - ответная кривая для токсичных металлов.
- 10.Какие металлы влияют на морфологические формы растений?
- 11.Какие химические элементы участвуют в фотосинтезе?

12. Какие химические элементы участвуют в углеводородном обмене и образовании органических кислот?
  13. Взаимодействие аминокислот с металлами.
  14. Взаимодействие белков с металлами.
  15. Назовите функции магния в организме и признаки нарушения магниевого обмена
- Контрольные вопросы для самостоятельной работы студентов
1. Гидролитические реакции, катализируемые металлоферментами.
  2. Марганец как активатор ферментов - трансфераз.
  3. Основные признаки живой материи. Второй закон термодинамики для биологических систем.
  4. Варианты участия металла в ферментативных реакциях.
  5. Феррифоры: функции и строение.
  6. Миоглобин: строение и функции в организме.
  7. Окислительно-восстановительные реакции, катализируемые металлоферментами.
  8. Модели процесса мягкой фиксации азота.
  9. Классификация металлов по их роли в организме.
  10. Классификация биогенных минералов.
  11. Марганец. Свойства и функции в организме.
  12. Пептиды: строение, взаимодействие с металлами.
  13. Кобальт, функции в организме.
  14. Реакции, катализируемые металлоферментами.
  15. Моделирование в бионеорганической химии.
  16. Мягкая фиксация азота с участием нитрогеназы.
  17. Прикладные аспекты бионеорганической химии.
  18. Функции кальция и магния в организме.
  19. Вторичная структура нуклеиновых кислот, правила Чаргаффа.
  20. Типы миграции химических элементов.
  21. Металлоферменты, классификация. Многоцентровые ферменты.
  22. Гемоглобин, строение и функции в организме.
  23. Понятие "клластер" в бионеорганической химии, типы связей, геометрия кластера. Концепция ЖМКО.
  24. Дыхательные гемсодержащие ферменты, их функции.
  25. Аминокислоты как природные лиганды, классификация и свойства.
  26. Роль воды в организме и ее обмен.
  27. Белки, структура и взаимодействие с металлами.
  28. Транспорт железа в организме: негеминные железопротеиды.
  29. Ферменты, строение и свойства.
  30. Взаимодействие металлов с нуклеиновыми кислотами.
  31. Нуклеиновые кислоты, строение и свойства.
  32. Роль минеральных веществ в организме и их обмен.
  33. Натрий, калий, свойства и функции в организме.
  34. Комплексы металлов как противоопухолевые препараты.
  35. Ионный насос.
  36. Оксигемоглобин, строение и функции в организме.
  37. Ионофоры, свойства и классификация. Нейтральные ионофоры.
  38. Комплексообразование магния с АТФ и его роль в организме.
  39. Карбоксилатные ионофоры. Транспорт ионов с помощью нейтральных ионофоров.
  40. Функции геминных соединений железа в организме.

## **7.1. Основная литература:**

- 1.Нельсон, Дэвид Л. Основы биохимии Ленинджа : в 3 томах / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Масоловой [и др.] ; под ред. акад. А. А. Богданова, и чл.-корр. РАН С. Н. Кочеткова .? Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .? ; 26 .? ISBN 978-5-94774-364-7 ((в пер.)) . [Т.] 1: Основы биохимии. Строение и катализ .? 2012 .? 694 с.
- 2.Ауэрман Т. Л. Основы биохимии: Учебное пособие / Т.Л. Ауэрман, Т.Г. Генералова, Г.М. Сусланок. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с.:<http://znanium.com/bookread.php?book=460475>
- 3.Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник / под ред. С.Е. Северина. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 624 с.: ил.  
<http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970425336.html>

## **7.2. Дополнительная литература:**

- 1.Плакунов, В. К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс] : учебник / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. - М.: Логос, 2010. - 216 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=469367>

## **7.3. Интернет-ресурсы:**

eyEst - <http://www.eyest.ru/obmen/53-obmen2.html>

Биологическая химия с упражнениями и задачами - Биологическая химия с упражнениями и задачами

Биологическая химия с упражнениями и задачами - Биологическая химия с упражнениями и задачами

Основы динамической биохимии - Основы динамической биохимии

Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии - Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Основы бионеорганической химии" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

- слайды с применением мультимедийной техники;
- раздаточный материал

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе Нефтехимия и катализ .

Автор(ы):

Улахович Н.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201 \_\_ г.

Рецензент(ы):

Соломонов Б.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201 \_\_ г.