

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Факультет наук о материалах

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. декана ФНМ по учебной  
работе  
\_\_\_\_\_/А.В. Кнотько /  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:**

**Бионеорганическая химия**

---

**Уровень высшего образования:**

**магистратура**

---

**Направление подготовки:**

**04.04.02 Химия, физика и механика материалов**

---

**Направленность (профиль)/специализация ОПОП:**

**Фундаментальное материаловедение**

---

**Форма обучения:**

**очная**

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Методической комиссией факультета наук о материалах  
(протокол №\_\_\_\_\_, дата)

Москва 2016

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от \_\_\_\_\_20\_\_ г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: Вариативная часть, профессиональная подготовка, дисциплина магистерской программы по выбору студентов, курс предназначен для студентов магистратуры факультета наук о материалах **2-го года обучения (3-й семестр)**, курс является обязательным

---

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

Дисциплины и модули профессиональной подготовки бакалавриата

3. Результаты обучения по дисциплине:

*Знать:* основные закономерности природных биохимических процессов с участием металлов и их соединений, понимать общие и наиболее важные закономерности химических процессов с участием металлопротеинов в биологических системах, применения соединений металлов в медицине в качестве лекарственных препаратов и биоматериалов

*Уметь:* различать главные металлопротеины и основные процессы с их участием; различать их структуру и механизм действия в зависимости от природы металла; определять типы физиологически активных соединений металлов, искать и анализировать информацию о структуре, функции и механизме действия металлопротеинов и биоматериалов и лекарственных препаратах на основе соединений металлов

*Владеть:* современными методами в области неорганической и органической химии, физико-химическими методами исследования, способностью различать природу биохимических процессов с участием металлов, ответственных за ключевые метаболические пути, и способы получения биоматериалов

4. Объем дисциплины составляет 2 з.е. (72 ак.ч.)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

| Вид работы                                     | Семестр |  |  |  | Всего |
|------------------------------------------------|---------|--|--|--|-------|
|                                                | 3       |  |  |  |       |
| <b>Общая трудоёмкость, акад. Часов</b>         | 72      |  |  |  | 72    |
| <b>Аудиторная работа:</b>                      | 18      |  |  |  | 18    |
| Лекции, акад. Часов                            | 18      |  |  |  | 18    |
| Семинары, акад. Часов                          |         |  |  |  |       |
| Лабораторные работы, акад. часов               |         |  |  |  |       |
| <b>Самостоятельная работа, акад. Часов</b>     | 54      |  |  |  | 54    |
| <b>Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)</b> | Экз.    |  |  |  |       |

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

1. Роль металлов в биологических процессах.

Роль металлов в биологических процессах. Биомолекулярное моделирование.

2. Металлопротеины. Структура и механизм действия. Железо, цинк и медь-зависимые белки.

Металлопротеины. Структура и механизм действия. Железо, цинк и медь-зависимые белки. Транспорт металлов в клетку.

Гидролазы, содержащие атом цинка.

Белки, содержащие гем и железо-серные кластеры, их функции и механизм действия.

Типы и функции белков, содержащих медь.

3. Молибден, никель, кобальт, марганец в биологических системах.

Нитрогеназа.

Металлопротеины, содержащие никель (уреаза, гидрогеназы, супероксиддисмутаза).

4. Движение молекул через мембрану. Системы транспорта.

Движение молекул через мембрану. Системы активного транспорта.

Схема действия и строение калиево-натриевого насоса. Транспорт ионов кальция.

5. Биосовместимые материалы на основе соединений металлов.

Способы получения, структура и функции биосовместимых материалов на основе соединений металлов.

6. Применение соединений металлов в медицине.

Стратегия создания препаратов на основе соединений металлов. Концепция «мишени». Основные этапы конструирования лекарственных препаратов на основе соединений металлов.

Классификация фармацевтических средств на основе соединений металлов.

7. Токсичность соединений металлов.

Токсичные ксенобиотики. Тяжелые металлы и их органические производные. Механизмы токсичности. Взаимодействие с белками, ДНК, РНК, низкомолекулярными биомолекулами.

## **6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)**

*Темы контрольных работ:*

Металлопротеины. Структура и механизм действия. Железо, цинк и медь-зависимые белки.

Контрольная работа по структуре активных сайтов и механизмам действия металлопротеинов, содержащих железо, цинк и медь.

Органические реакции с участием металлопротеинов.

Контрольная работа по реакциям алканов, алкенов, спиртов, карбонильных соединений, кислот и аминов с участием металлопротеинов.

Применение соединений металлов в медицине.

Контрольная работа по лекарственным препаратам на основе соединений металлов.

Итоговая контрольная

### **6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)**

1. Основные химические процессы в организме с участием металлов.
2. Белки как лиганды. Биологические функции, строение, типы связей в белках, образование пептидной связи. Понятие простетической группы, примеры.
3. Приведите примеры ферментов, в активных центрах которых присутствуют функциональные группы, содержащие координирующий атом серы и азота.
4. Механизм действия цинка как кофактора гидролаз.
5. Карбоангидраза. Какую реакцию катализирует этот фермент, строение активного центра, механизм действия.
6. Роль железа в биологических системах. Железо в организме человека.
7. Транспорт железа в клетке. Активный центр и механизм действия трансферрина. Накопление железа в клетке. Активный центр ферритина.
8. Характеристика железосерных кластеров, их строение. Примеры модельных соединений.

9. Какова структура и функция металлотионинов. Железосерные белки: рубредоксин и ферредоксин.
10. Железосерные белки, их активные центры и механизм действия.
11. Строение гема, механизм закрепления в белке.
12. Гемоглобин. Активный центр, механизм действия, нарушение работы. Пероксидаза и каталаза. Активные центры и механизмы действия.
13. Цитохромы P450, примеры катализируемых реакций.
14. Опишите активный центр и механизм действия NiFe-гидрогеназы.
15. Назовите типы медьсодержащих центров, опишите их активный центр.
16. Какую реакцию катализирует фермент Cu,Zn супероксид-дисмутаза? Опишите его активный центр и механизм действия.
17. Опишите каталитический цикл цитохром с оксидазы. Какую реакцию катализирует этот фермент?
18. Какие функции могут выполнять соли металлов в качестве лекарственных препаратов? Приведите несколько примеров.
19. Какие Вы знаете лекарственные препараты, содержащие магний?
20. Приведите пример применения стронция в медицине.
21. Объясните принцип боронейтронозахвачной терапии, при каком заболевании она применяется?
22. В каких областях медицины применяют соединения алюминия? Приведите примеры.
23. Расскажите о механизме действия цисплатина. Как и где происходит закрепление цисплатина в клетке?
24. Какими особенностями обладают биосовместимые материалы? Приведите их примеры и укажите, в каких областях медицины они применяются.
25. Какие металлы применяются в магнитно-резонансной терапии? Приведите примеры используемых соединений этих металлов.

## 7. Ресурсное обеспечение:

### 7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Биометаллоорганическая химия. Под ред. Ж.Жауэна М., БИНОМ, 2009.
2. Биологическая неорганическая химия. Под ред. И.Бертини. Изд. БИНОМ. М., 2013, в 2-х томах. Перевод с англ. под ред. Н.Т.Кузнецова, Е.Р.Милаевой, К.Ю.Жижиной. 1097 с.
3. Ю.В.Чистяков. Основы бионеорганической химии. М.: Химия, Колос, 2007, 539 с.

Дополнительная литература

1. Ю.В.Чистяков. Химия элементов в биологических системах. Изд-во ИГХТУ. 2004.
2. Organometallic Compounds in the Environment. Ed. P. J. Craig. Longman. 1986.
3. Неорганическая биохимия (под ред. Г.Эйхгорна).- М.: Мир, 1978. ТТ. 1, 2.
4. Биохимия человека. Под ред. Р.Марри, Д.Греннера, П.Мейеса, В.Родуэлла. Изд. «Мир». Москва, 2004.
5. J. M. Berg. S.J. Lippard . Bioinorganic chemistry. Current Opinion in Chemical Biology. 2004, Vol. 8, Iss. 2, pp. 160-161.
6. Ленский, А. С. Биофизическая и бионеорганическая химия: Учебное пособие для вузов / А. С. Ленский, И. Ю. Белавин, С. Ю. Былинкин. - М.: Медицинское информационное агентство, 2008. - 416 с.

### 6.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется

### 6.3. Описание материально-технического обеспечения.

аудитория с доской, компьютерный проектор

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

7. Разработчик (разработчики) программы.

д.х.н. Е.Р.Милаева, к.х.н. А.А. Назаров