

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Аннотированная рабочая программа дисциплины
Бионеорганическая химия как основа жизнеобеспечения**

Направление подготовки
04.04.01 Химия

Магистерская программа
Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов

Квалификация (степень) выпускника
магистр

Форма обучения
очная

Томск – 2016

1. Код и наименование дисциплины Б1.В.ДВ.4.1 Бионеорганическая химия как основа жизнеобеспечения

2. Цель изучения дисциплины изучение наиболее важных в биологическом отношении биогенных металлов и неметаллов, их соединений с аминокислотами, витаминами, лечебными препаратами, их состава, свойств, методов синтеза и анализа.

3. Год и семестр обучения: 2 год, 3 семестр.

4. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов – занятия лекционного типа, 18 часов – практические занятия семинарского типа) и 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1, II уровень – способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	З – знать влияние биогенных элементов и биоактивных лигандов на различные системы и органы животных и человека; У – уметь использовать классические и современные методы синтеза соединений на основе биогенных элементов с биологически активными органическими веществами: аминокислотами, витаминами; В – владеть навыками прогнозирования состава и свойств получаемых соединений биогенных элементов с биологически активными органическими веществами: аминокислотами, витаминами.
ПК-2, II уровень – владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	З – знать фундаментальные теории и закономерности химической науки; У – уметь применять фундаментальные теории и закономерности химии в научной и исследовательской работе с веществами на основе биогенных элементов и биоактивных органических соединений; В – владеть современными методами и технологиями освоения новых знаний в области бионеорганической химии и живой природы.
ПК-3, II уровень – готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	З – знать физико-химические основы современных методов исследования веществ; У – уметь работать с современными высокоточными эффективными приборами исследования состава, физико-химических и структурных свойств веществ; В – владеть методами обработки результатов анализа и исследования физико-химических свойств получаемых соединений биогенных элементов с биологически активными органическими веществами.
СПК-2, II уровень – способность использовать в исследованиях и расчетах приобретенные знания о физических и химических процессах получения	З – знать физико-химические основы современных и классических методов синтеза соединений (в том числе комплексных) биогенных элементов с биоактивными лигандами; З – знать теоретические основы современных методов физико-химического анализа соединений (в том числе

неорганических веществ и материалов, их анализе, прогнозировании свойств	<p>комплексных) биогенных элементов с биоактивными лигандами;</p> <p>У – уметь проводить синтез соединений (в том числе комплексных) биогенных элементов с биоактивными лигандами;</p> <p>У – уметь проводить химический анализ выделенных соединений (в том числе комплексных) биогенных элементов с биоактивными лигандами;</p> <p>В – владеть методами исследования физико-химических и биологических свойств соединений биогенных элементов с биоактивными лигандами и материалов на их основе.</p>
--	---

6. Содержание дисциплины и структура учебных видов деятельности

6.1. Структура учебных видов деятельности

Наименование разделов (модулей) и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические занятия	
Предмет изучения, основные понятия и задачи бионеорганической химии. Биогенные элементы и их соединения с биоактивными веществами. Функции биогенных элементов в живых организмах.	10	2	–	8
Важнейшие биолиганды и био-комплексы. Комплексы металлов с аминокислотами, барбитуратами, пептидами: особенности связи, состав, свойства, практическое значение. Концепция ЖМКО.	28	4	6	18
Биологическая роль неорганических соединений. Биологическая роль воды. Вода как среда. Структура воды в клетке. Вода как био-химический растворитель. Структура и свойства крепких физиологических водных растворов	30	6	6	18
Биоматериалы и требования к ним. Классификация биокерамики. Керамические материалы на основе оксидов алюминия, циркония, гидрокси- и фторapatита. Биоактивная стеклокерамика. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Ферромагнитная и радиоактивная биокерамика для лечения злокачественных опухолей. Керамика для протезирования зубов. Углеродная керамика для сердечного клапана.	40	6	6	28
Итого:	108	18	18	72

6.2. Содержание дисциплины

Модуль 1. Предмет изучения, основные понятия и задачи бионеорганической химии. Биогенные элементы и их роль в живых организмах

Биометаллы и бионеметаллы, их положение в Периодической системе. Металлы *in vitro*. Источники попадания металлов в организм человека, места дислокаций *in vivo*.

Биометаллы – *s*-элементы. Потребности человеческого организма в натрии, калии, магнии, кальции. Функции катионов щелочных и щелочноземельных металлов в биологических процессах. Натриево-калиевый насос. Кальций в процессах контроля: связывание, транспорт и накопление. Кальций и сокращение мышц. Кальций в секреции. Участие кальция в механизме свертывания крови.

Биометаллы – *d*-элементы. Особенности электронного строения атомов и биохимия марганца, железа, кобальта, меди, цинка, молибдена, их функции в организме человека. Типы реакций биологического окисления, электронтранспортные цепи. Окислительно-восстановительные потенциалы модельных систем. Модели электронного транспорта. Сбалансированность и регуляция содержания железа, меди, цинка в организмах.

Накопление и транспорт железа. Трансферрин. Ферритин: некоторые вопросы структуры. Поглощение и обмен железа.

Молекулярный кислород. Реакции внедрения (полного и неполного), реакции без внедрения (восстановление O₂ до воды и пероксида). Примеры. Переносчики кислорода. Окисление комплексов кобальта(II) с аммиачными и аминными лигандами кислородом воздуха.

Фиксация молекулярного азота и азотный цикл. Биологическая и абиологическая фиксация.

Фосфатный перенос. Две ключевые роли фосфора в биологии. Фосфаты и биоэнергетика. Гидролиз фосфор-содержащих соединений в организме. Основная "энергетическая" реакция организма. Строение и функции АТФазы (АТФ-синтетазы). Роль магния в фосфатном переносе.

Неметаллы как биомикроэлементы: бор, кремний, селен, мышьяк, галогены (фтор, хлор, бром, иод).

Модуль 2. Важнейшие биолиганды и биоконплексы

Аминокислоты. Номенклатура, структура. Классификации протеиногенных аминокислот: кислые, основные и нейтральные; алифатические, ароматические и гетероциклические; серосодержащие; полярные и неполярные; заменимые и незаменимые. Физико-химические свойства аминокислот: растворимость, изоэлектрические точки, кислотно-основные свойства. Получение и применение аминокислот.

Комплексы металлов с аминокислотами. Основные электронодонорные группы аминокислот: концевые аминогруппы, карбоксильные группы (5 типов взаимодействия с металлом). Пептидные группы как лиганды. Боковые цепи аминокислот: имидазольное кольцо гистидина, тиоловые и тиоэфирные группы серосодержащих аминокислот, S–S-мостики цистина.

Пептиды. Особенности строения и номенклатура. Гомомерные и гетеромерные, гомодетные и гетеродетные пептиды. Пептиды в природе. Комплексы металлов с пептидами.

Комплексы кобальта(II) с аминокислотами и пептидами. Комплексы с диметилглиоксимом и родственными лигандами. Модельные соединения, в которых предполагается синглетный кислород.

Пиримидиновые основания и барбитуровые кислоты. Особенности строения и номенклатура. Барбитураты в медицине. Комплексы металлов с барбитуровыми соединениями.

Белки. Функции белков в организме. Методы изучения структуры белков. Классификации белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Протеиды: простетические

группы или кофакторы. Способы выделения и очистки и физико-химические свойства белков: амфолитность, растворимость, денатурация физическая и химическая. Принципы структурной организации белковых молекул: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Ферменты: способы иммобилизации, основы ферментативного катализа. Гормоны. Нуклепротеиды. Белки крови.

Комплексы металлов с белками. Методика модельного изучения координации металлов с белками и ее ограничения. Неспецифические взаимодействия металлов с белками: комплексы цинка с сывороточным альбумином и инсулином, меди с окситоцином и вазопрессином, меди и цинка с метмиоглобином и рибонуклеазой.

Другие лиганды: нуклеиновые кислоты и нуклеотиды (фосфатные группы как лиганды), углеводы, карбоновые кислоты (COO-лиганды), липиды (триглицериды, фосфатиды, стероиды), простые анионы (анионы H_2CO_3 , H_3PO_4 , H_2SO_4 , NF , HCl , HBr и HI), химиотерапевтические агенты.

Модели гемоглобина.

Концепция ЖМКО. Классификационные признаки жестких и мягких катионов металлов и лигандов. Количественные параметры мягкости – кислотная (основная) сила и константа мягкости – и их оценка. Связь S и s с термодинамическими параметрами. Ряд мягкости-жесткости для ионов металлов. Области использования концепции ЖМКО. Симбиоз лигандов и симбиотическая стабилизация степеней окисления катионов металлов. Яды и благородные металлы с позиций ЖМКО. Взаимная избирательность металлов и лигандов, конкурирующие (связывающие) лиганды.

Модуль 3. Биологическая роль неорганических соединений

Биологическая роль воды. Вода как среда. Структура воды в клетке. Вода как биохимический растворитель. Структура и свойства крепких физиологических водных растворов.

Пероксид водорода. Участие пероксида в химических и биологических процессах. Механизмы реакций с участием пероксида.

Модуль 4. Биоматериалы

Требования к биоматериалам, используемым для протезирования. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани (биоинертная, пористая, биоактивная, ресорбируемая). Керамические материалы на основе Al_2O_3 и ZrO_2 , гидрокси- и фторапатита. Биоактивная стеклокерамика. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Ферромагнитная и радиоактивная биокерамика для лечения злокачественных опухолей. Керамика для протезирования зубов. Углеродная керамика для сердечного клапана.

6.3. Форма промежуточной аттестации: зачет.

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Список основной литературы

1. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: в 2 кн. /под ред. Ю. А. Ершова. - М.: Юрайт, 2016. – кн. 1 – 233 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: в 2 кн. /под ред. Ю. А. Ершова. - М.: Юрайт, 2016. – кн. 2 – 360 с.
3. Общая и неорганическая химия. Учебник для вузов / Оганесян Э.Т., Попков В.А., Щербаклова Л.И., Брель А.К. - М.: Юрайт, 2016

7.2. Список дополнительной литературы

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия: учебник: [для студентов, аспирантов и преподавателей химических факультетов университетов] / Н. С. Ахметов. – Изд. 8-е, стереотип. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014. – 743 с.

2. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С., Общая химия, М., Высшая школа», 2007.
3. Биофизическая химия: учебное пособие / В. Калоус, З. Павличек; пер. с чеш. А. П. Сергеева. – Москва: Мир, 1985. – 446 с.

7.3. Список электронных ресурсов

1. www.chem.msu.ru/rus/weldept.html
2. www.chem.msu.ru/rus/elibrary/
3. www.chemnet.com

8. Автор программы: Коротченко Наталья Михайловна, канд. хим. наук, доцент кафедры неорганической химии ХФ ТГУ.