

Белорусский государственный университет



« 30 » 06 2016 г.

Регистрационный № УД - 2432 / уч.

Бионеорганическая химия

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1-31 01 02 Биохимия**

2016 г.

Учебная программа составлена на основе: ОСВО 1-31 01 02-2013 и учебных планов УВО № G31-130/уч. 2013 г. и № G31з-158/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Филимонов Михаил Михайлович, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Екатерина Ивановна Слобожанина, заведующая лабораторией медицинской биофизики Государственного научного учреждения «Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси», член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор;

Елена Аркадьевна Храмцова, доцент кафедры генетики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биохимии Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 17 мая 2016 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 31 мая 2016 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Бионеорганическая химия» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-31 01 02 «Биохимия». Учебная дисциплина «Бионеорганическая химия» относится к государственному компоненту цикла специальных дисциплин учебных планов.

Бионеорганическая химия – сравнительно молодая научная дисциплина, родившаяся на стыке биохимии, биоорганической и металлорганической химии с одной стороны, а также неорганической химии, с другой. В настоящее время эта наука переживает период своего стремительного развития.

В то время как знание неорганических реакций помогает в рассмотрении и анализе биохимических процессов, знание структуры, стереохимии и электронной конфигурации комплексов, «изобретенных» природой, стимулирует поиск новых неорганических соединений, с помощью которых можно моделировать биологические процессы, проверять наши предположения об их природе и расширять знания о биологической роли металлов. Поэтому эта дисциплина стала одним из необходимых элементов общего образования.

Программа включает следующие разделы: введение, основы координационной химии биометаллов, комплексообразование с участием биолигандов, железопротеины, роль белкового лиганда металлоферментного комплекса в регуляции функцией металла, материальное и концептуальное моделирование в бионеорганической химии.

Цель учебной дисциплины – формирование у студентов биологов устойчивой системы представлений о современной бионеорганической химии, как комплексной научной дисциплине, об основных направлениях исследований, успехах и проблемах.

Задачи учебной дисциплины: познакомить студентов с предметом и местом бионеорганической химии среди других химических и биологических дисциплин; развить понимание связи между электронно-химическими свойствами «металлов жизни» и биологическими функциями ионов переходных и непереходных металлов; показать важность знания структуры и стереохимии координационных соединений биометаллов с биолигандами в биологической функции на примере наиболее изученных природных биокомплексов.

Программа учебной дисциплины составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным дисциплинам химического и биологического профиля («Неорганическая химия», «Структурная биохимия» и др.).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- значение электронно-химических свойств биометаллов в структуре и специфичности функционирования их координационных соединений с биолигандами;

- основные направления моделирования в бионеорганической химии и методы исследования строения и функционирования координационных комплексов биометаллов;

уметь:

- использовать полученные знания для планирования экспериментов и корректной интерпретации экспериментальных данных о роли биометаллов в биологически специфичном функционировании комплекса биометалла с биолигандом;

владеть:

- основными приемами обработки и анализа экспериментальных результатов исследований металлоферментных комплексов;

- методом «ионных проб» в экспериментальной оценке кинетики комплексообразования истинных металлоферментов с биолигандами.

В соответствии с образовательным стандартом по специальности 1-31 01 02 Биохимия изучение учебной дисциплины «Бионеорганическая химия» должно обеспечить формирование у специалиста следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области биохимии и молекулярной биологии, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, разрабатывать новые методические подходы.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-9. Выявлять патентную чистоту проводимых научных исследований.

ПК-10. Организовывать работу по обоснованию целесообразности, подготовке документации научных проектов и исследований.

ПК-11. Составлять и вести документацию по научно-производственной деятельности.

ПК-12. Выполнять работы на современном производственном оборудовании, используя техническую документацию, подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при осуществлении производственной деятельности;

ПК-13. Проводить биохимическую аналитическую работу в области биохимии, участвовать в диагностике и экспертизе, сертификации продуктов производства.

ПК-14. Учитывать основные принципы организации производств при выполнении профессиональной деятельности и обоснованно формулировать рекомендации по совершенствованию технологического процесса.

ПК-18. Владеть информацией о производствах, основанных на использовании биологических объектов в Республике Беларусь, странах ближнего и дальнего зарубежья, и использовать ее в производственной деятельности.

В соответствии с учебным планом очной формы получения образования программа рассчитана на 76 часов, из них аудиторных 36 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 22 часов, лабораторные занятия – 14 часов, аудиторный контроль управляемой самостоятельной работы – 2 часа. Изучение учебной дисциплины осуществляется в 7 семестре.

В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования программа рассчитана на 76 часов, из них аудиторных 14 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 12 часов, практические занятия – 2 часа. Изучение учебной дисциплины осуществляется в 7-8 семестрах.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1.ВВЕДЕНИЕ

Бионеорганическая химия как самостоятельная научная дисциплина. Место бионеорганической химии среди традиционных химических дисциплин. Задачи и проблемы бионеорганической химии, основные направления развития.

Различия в объекте исследования бионеорганической, элементарорганической, органической и неорганической химии. Основы классификации и некоторые общие свойства элементарорганических соединений. Поляризация σ -связи в элементарорганических производных непереходных элементов и типичных неметаллов.

«Металлы жизни». Принцип выбора природой жизненно важных элементов. Краткая характеристика основных электронно-химических свойств биометаллов.

2.ОСНОВЫ КООРДИНАЦИОННОЙ ХИМИИ БИОМЕТАЛЛОВ

Структура и стереохимия координационных соединений. Определение и краткая характеристика основных понятий координационной химии комплексных соединений (лиганд, дентатность лиганда, донорный атом, конфигурация комплекса и т.д.). Координационное число (определение и характеристика). Валентность металла и координационное число. Геометрия различных комплексов в биологических системах в связи с наиболее распространенными координационными числами биометаллов. Состояние и роль молекул воды в биологических системах.

Натрий, калий, магний, кальций – химия, типы и конфигурация связей в комплексах *in vitro*. Биологические функции этих ионов непереходных биометаллов.

Железо, медь, цинк, марганец, кобальт, молибден – химия, типы и конфигурация связей в комплексах *in vitro*. Биологические функции этих ионов переходных биометаллов.

Классификация реальных кислот и оснований. Основные подходы к классификации ионов по их электронно-химическим характеристикам. Концепция жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО). Применимость ЖМКО к объяснению избирательности и специфичности металлолигандного взаимодействия. Принцип количественной оценки в классификации реальных кислот и оснований с позиции концепции ЖМКО. Понятия симбиоза и антагонизма лигандов. Значение симбиоза лигандов для функционирования биологически важных металлокомплексов.

3.КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ С УЧАСТИЕМ БИОЛИГАНДОВ

Биолиганды. Общая характеристика основных типов биолигандов. «Концентрация лигандов». Основные представления о химической связи в координационных соединениях биометаллов и биолигандов. Роль электростатической сил, ковалентных и донорно-акцепторных взаимодействий. Комплексы аминокислот и пептидов с биометаллами. Участие различных групп и донорных атомов аминокислот и пептидов в комплексообразовании с биометаллами. Роль концевых NH-групп, COOH-групп, а также пептидных групп в связывании ионов металлов.

Взаимодействие нуклеиновых кислот с ионами металлов (основные закономерности).

Взаимодействие белков с ионами металлов (основные закономерности).

Хелатный эффект в комплексообразовании. Его роль в устойчивости комплексов. Макроциклический эффект.

Методы изучения строения координационных соединений биометаллов с биолигандами. Краткая характеристика основных физических методов. Принцип метода «ионных проб», применяемого при изучении

координационных соединений непереходных металлов. Условия, соблюдение которых необходимо для эффективного замещения ионов. Кинетика комплексообразования металл-биолиганд. Определение «общей» и «ступенчатой» констант устойчивости комплекса.

Функции, выполняемые ионом металла в ферментативном катализе. Каталитические и структурные функции ионов металлов в белках. «Химические» и «структурные» металлы. Степень и специфичность связывания иона металла в белке. Критерий истинности металлоферментов.

4. ЖЕЛЕЗОПРОТЕИНЫ

Кислородпереносящие металлопротеины. Характеристика основных типов железопротеинов. Гемоглобины человека. Значение исследований природы неоднородности гемоглобинов для бионеорганической химии. Структура «гемового» кармана. Роль изменений электронной конфигурации d-орбитальной системы железа в обратимом связывании кислорода. Стереохимия и электронная структура связи железо-кислород в гемоглобине, возможная роль дистального гистидина в функционировании гемоглобина и миоглобина. Стабилизация пентакоординационного комплекса Fe^{++} . Влияние белка-апофермента на координацию молекул кислорода в геме.

Другие кислородпереносящие белки (гемоцианин, гемеритрин, гемованадин).

Характеристика и биологическая роль многоядерных железосодержащих белков.

5. РОЛЬ БЕЛКОВОГО ЛИГАНДА МЕТАЛЛОФЕРМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА В РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЕЙ МЕТАЛЛА

Карбоксипептидаза А. Механизм катализа. Роль Zn^{++} в каталитическом акте. Характеристика изменений активности фермента при замещении цинка ионами других металлов.

Карбоангидраза. Молекулярная структура и характеристика области активного центра. Механизм катализа и роль иона металла.

Белки, связывающие кальций. Нуклеаза стафилококка. Молекулярная структура и характеристика области активного центра. Данные по замещению иона металла в активном центре фермента.

Ca^{++} -кальмодуллины. Структура и биологическая роль.

Регуляторная роль молибдена в биологических системах.

Карнозин, как регулятор внутриклеточной концентрации протонов.

Селен в жизни человека и животных.

6. МАТЕРИАЛЬНОЕ И КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОНЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Основные направления моделирования в бионеорганической химии. Модели ионофоров. Моделирование в энзимологии.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение	2						
2	Основы координационной химии биометаллов	5						
3	Комплексообразование с участием биолигандов	5			12		2	Промежуточный зачет
4	Железоемопротеины	4						
5	Роль белкового лиганда металлоферментного комплекса в регуляции функций металла	4						
6	Моделирование в бионеорганической химии	2						

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение	1						
2	Основы координационной химии биометаллов	2						
3	Комплексообразование с участием биолигандов	2			4			
4	Железоемopотеины	2						
5	Роль белкового лиганда металлоферментного комплекса в регуляции функций металла	2						
6	Моделирование в бионеорганической химии	1						

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Яцимирский К.Б. Введение в бионеорганическую химию/ К.Б.Яцимирский, - Киев: Наукова думка 1976
2. Эйхгорн Г. Бионеорганическая химия/ Г.Эйхгорн, - М.: Мир, Т.1,-Т.2 1978
3. Зигель Х. Ионы металлов в биологических системах/ Х.Зигель, - М.: Мир 1982
4. Мак Олифф К. Методы и достижения бионеорганической химии/ К.МакОлифф, - М.: Мир 1978
5. Уильямс Д. Металлы жизни/ Д.Уильямс, - М.: Мир 1985
6. Логинова Н.В, Бионеорганическая химия: металлокомплексы в медицине / Н.В.Логинова. Уч. пособие, - Мн.: БГУ 2000
7. Шрайвер Д. Неорганическая химия / Д. Шрайвер; Т.2, - М.: Мир 2004

Дополнительная

1. Журнал Всесоюзного Химического Общества им. Д.П. Менделеева. Т.21. №6 1976
2. Пермяков Е.А. Кальций-связывающие белки/ Е.А. Пермяков, – М.: Наука 1993
3. Бэран Э.А. Металлокомплексы карнозина// Биохимия. Т.65, вып. 7, с. 928-937 2000
4. Зеленин К.Н. Химия. Общая и бионеорганическая химия/ К.Н. Зеленин, - СПб: Элби-СПб 2003
6. Ленский А.С.. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию/ А.С.Ленский, - М.: Высшая школа 1989
7. Гусев Н.Б. Внутриклеточные кальций-связывающие белки/ Н.Б. Гусев, - М.: Высшая школа 1998
8. Никитина Л.П., Иванова В.Н. Селен в жизни человека и животных/ Л.П. Никитина, В.Н. Иванова (ред.); – М. 1995
9. Хьюз М. Неорганическая химия биологических процессов / М. Хьюз, Пер. с англ. – М.: Мир 1983

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Промежуточный зачет по разделу «Комплексообразование с участием биополимеров».

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Учебным планом в качестве формы итогового контроля по дисциплине «Бионеорганическая химия» рекомендован зачет.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментариий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- проведение коллоквиума;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Тема: Метод «ионных проб» в изучении механизма участия металла в каталитическом акте.

Лабораторная работа: Сравнительное исследование изменений активности карбоксипептидазы А при замещении иона Zn^{++} на Cd^{++} .

Занятие 1

Изучить изменения эстеразной активности карбоксипептидазы при замещении цинка на кадмий (4 часа)

Занятие 2

Изучить изменения пептидазной активности карбоксипептидазы при замещении цинка на кадмий (6 часов)

Занятие 3

Провести обработку и анализ результатов и оформить отчет (2 часа).

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Бионеорганическая химия» следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего итогового контроля по темам и разделам курса.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Структурная биохимия	Биохимии	Отсутствуют	Утвердить согласование протокол № 12 от 17 мая 2016 г.
Неорганическая химия	Общей химии и методики преподавания химии	Отсутствуют	Утвердить согласование протокол № 12 от 17 мая 2016 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
на ____ / ____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание