

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.32

Бионеорганическая химия

Учебный план: 2026-2027 04.05.01 ИПХЭ Медицинская химия ОО №3-1-155.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Направление подготовки:
(специальность) 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Профиль подготовки:
(специализация) специализация "Медицинская химия"

Уровень образования: специалитет

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
8	УП	34	34	34	41,75	0,25	4	Зачет
	РПД	34	34	34	41,75	0,25	4	
Итого	УП	34	34	34	41,75	0,25	4	
	РПД	34	34	34	41,75	0,25	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утверждённым приказом Минобрнауки России от 13.07.2017 г. № 652

Составитель (и):

доктор химических наук, Профессор

Зыкова Ирина Викторовна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии

Новоселов Николай
Петрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Новоселов Николай
Петрович

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: сформировать компетенции обучающегося в области биохимических процессов, происходящих в организмах при участии ионов металлов

1.2 Задачи дисциплины:

Сформировать представления о функциях металлов в организме, роли металлов в ферментативном катализе, влиянию их на конформацию биологических макромолекул, взаимодействию ионов металлов с нуклеиновыми кислотами и транспорте ионов металлов в организме, проницаемости природных мембран для катионов, водно-солевому обмену. На основе полученных теоретических основ обучающиеся должны получить представление о формах химических элементов в организмах и моделировать физиологические и патологические процессы в живом организме.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Высокомолекулярные соединения

Физическая химия

Общая и неорганическая химия

Органическая химия

Химические основы биологических процессов

Химия гетероциклических соединений

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2: Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности							
Знать: классификацию химических элементов по их роли в живых системах; механизмы комплексообразования, как важный фактор, определяющий биологические функции ряда ферментов; роль ионов металлов в биокаталитических процессах, кофакторы; особенности термодинамики биохимических процессов в живых системах.							
Уметь: выявлять взаимосвязь между свойствами химических элементов и их ролью в живых системах; использовать справочные данные для вычисления равновесий комплексообразования; выявлять роль комплексообразования в формировании каталитической активности ферментов; анализировать самопроизвольные процессы в живых системах с позиций термодинамики.							
Владеть: навыками оценки биогенных свойств химических элементов с позиций их способности образовывать комплексы с участием биополимеров.							

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Координационная химия в бионеорганических системах	8						С,Л
Тема 1. Основные понятия бионеорганической химии. Задачи бионеорганической химии. Связь с другими науками. Биокоординационная химия. Применение координационных соединений в медицине. Классификация металлов. Макро- и микроэлементы. Эссенциальные металлы. Биологическая активность химического элемента и его положения в периодической системе Д.И.Менделеева. Практическое занятие: Задачи бионеорганической химии. Биокоординационная химия.		4	4		4		

Тема 2. Основные аспекты координационной химии применительно к бионеорганическим системам. Понятие координационного и комплексного соединения. Пространственное строение координационных соединений. Химическая связь в координационных соединениях. Взаимное влияние лигандов в координационных соединениях. Концепция ЖМКО в координационной химии. Лабораторная работа: Комплексные соединения. Практическое занятие: Основные аспекты координационной химии применительно к бионеорганическим системам.		2	2	2	4	ГД	
Раздел 2. ДНК в организме и ее взаимодействие с низкомолекулярными эффекторами							Л,С
Тема 3. Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Состав моонуклеотида. Пуриновые и пиримидиновые основания. Пентозы (дезоксирибоза). Нуклеозиды. Биологическая роль нуклеотитов: строительные блоки нуклеиновых кислот, обмен, аккумуляирование и перенос энергии, простетические группы окислительно-восстановительных ферментов, катализаторы различных реакций обмена веществ. Правила Чаргаффа. Функции ДНК в организме и ее взаимодействие с низкомолекулярными эффекторами. Первичная структура ДНК. Организация двойной спирали. Условие комплементарности. Взаимодействие ДНК с ионами металлов. Стабилизация пространственной структуры ДНК в присутствии металлов. Влияние ионов металлов на равновесие между различными формами ДНК и на переходы спираль - клубок. Участие металлов в процессах мутагенеза и канцерогенеза. Центры связывания ионов металлов на поверхности нуклеиновых кислот. Лабораторная работа: Комплексные соединения. Практическое занятие: Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты.		4	4	4	4		

Тема 4. Взаимодействие ДНК с комплексами металлов, обладающими противоопухолевой активностью. Биодоступность координационных соединений. Противоопухолевые препараты на основе комплексов платины(II) (цисплатин, карбоплатин) и платины(IV) (оксоплатин). Препараты на основе комплексных соединений других металлов (интеркаляторы). Зависимость противоопухолевой активности препаратов от геометрической конфигурации координационных соединений (внутринитевое сшивание с образованием хелата). Факторы, влияющие на противоопухолевую активность комплексов. Сравнительная токсичность онкопрепаратов. Комплексы металлов с порфиринами и порфириноподобными веществами. Структура порфиринов. Гемоглобин и миоглобин. Транспорт кислорода гемоглобином эритроцитов. Удержание кислорода в мышцах миоглобином. Геометрия железопорфиринов. Схема координации в оксигенированном гемоглобине. Спиновое состояние железа (II) в окси- и дезоксигемоглобине. Образование связи при взаимодействии центрального атома с молекулой кислорода. Токсиканты гемического типа (монооксид углерода, оксиды азота, метиленовый синий). Образование карбоксигемоглобина. Метгемоглобинообразователи (окислители). Практическое занятие: Взаимодействие ДНК с комплексами металлов, обладающими противоопухолевой							
	4	4		6	ГД		
Раздел 3. Металлоферменты							
Тема 5. Металлоферменты. Общие сведения. Металлоферментные комплексы и истинные металлоферменты. Катализируемые металлоферментами реакции (гидролитические реакции и окислительно-восстановительные реакции). Примеры металлоферментов и катализируемых ими реакций. Многоцентровые металлоферменты. Особенности строения металлсодержащего кластера. Способы участия металла в ферментативных реакциях. Лабораторная работа: Комплексные соединения. Практическое занятие: Металлоферменты.	4	4	4	4		Л	

Тема 6. Характер действия ионов металлов и лигандов на каталитическую активность ферментов. Типы взаимодействия фермента с ионом металла и лигандом (субстратом). Комплексы с лигандом (субстратом), который выполняет роль мостика (ион металла участвует в катализе, не взаимодействуя непосредственно с ферментом). Комплексы, в которых ион металла либо полностью, либо частично связывает лиганд. Комплексы, где в качестве мостика выступает фермент. Ингибирующее действие некоторых металлов. Каталитическая активность и свойства иммобилизованных ферментов в присутствии ионов металлов. Активирующее влияние катионов металлов. Двойственный характер действия ионов металлов в зависимости от их концентрации. Лабораторная работа: Комплексные соединения, аквакомплексы. Практическое занятие: Характер действия ионов металлов и лигандов на каталитическую активность ферментов.		4	4	6	4	ГД	
Раздел 4. Взаимодействие металлов с простетическими группами							
Тема 7. Взаимодействие металлов с простетическими группами. Ферредоксины. Перенос электронов с участием ферредоксинов. Стоение ферредоксина. Лабильная и тиольная сера цистеина. Перенос электронов в процессах фотосинтеза, фиксации атмосферного азота, образования АТФ при участии ферредоксинов. Железосодержащие кластеры фотосинтезирующих бактерий. Резервы железа в организме. Сидерофоры - полиидентатные лиганды с высоким сродством к ионам железа (III). Захват железа из внешней среды. Спиновое состояние железа(III) в комплексах с сидерофорами и их пространственное строение. Практическое занятие: Взаимодействие металлов с простетическими группами.		4	4		4		С,Л

Тема 8. Ферритин - нетоксичная форма железа(III) в организме. Состав ядер ферритина, находящихся в полипептидных цепях. Транспорт железа(III) к клеткам (ретикулоцитам), в которых происходит образование гемоглобина. Трансферрины. Источники трансферринов (лактоферрины, кональбумин и сывороточный трансферрин). Координационное окружение железа(III) в трансферрине. Специфичность трансферриновых частиц по отношению к ретикулоцитам. Транспорт кислорода в организмах беспозвоночных. Гемэритрин. Строение молекулы. Отличие от гемоглобина. Лабораторная работа: Комплексные соединения железа. Практическое занятие: Ферритин - нетоксичная форма железа(III) в организме. Состав ядер ферритина, находящихся в полипептидных цепях.		4	4	8	4		
Тема 9. Медь. Медьсодержащие оксидазы. Гемоцианин. Строение координационного узла гемоцианина. Строение пластоцианина. Биохимические функции молибдена. Окислительно-восстановительные молибденсодержащие ферменты. Молибден-ксантиноксидаза. Фиксация молекулярного азота. Фермент нитрогеназа. Нитридный механизм фиксации молекулярного азота. Диазеновый механизм. Роль марганца в ферментативном катализе и в организме. Роль цинка в организме. Карбангидраза. Лабораторная работа: Комплексные соединения меди. Практическое занятие: Медьсодержащие оксидазы. Гемоцианин.		2	2	6	4		
Тема 10. Биологически активные щелочные металлы и их функции в организме. Ионный (натриевый насос). Ионифоры - комплексобразователи щелочных металлов Лабораторная работа: Комплексные соединения щелочных металлов. Практическое занятие: Биологически активные щелочные металлы и их функции в организме.		2	2	4	3,75	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	34	41,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25					
Всего контактная работа и СР по дисциплине		102,25			41,75		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-2	Излагает основные понятия биологии и неорганической химии, перечисляет и описывает функции неорганических ионов и комплексов металлов в живом организме; Анализирует методы моделирования бионеорганических систем в живых организмах; Использует знания в области бионеорганической химии для решения задач медицины, фармакологии.	Вопросы для устного собеседования. Практико-ориентированные задания.

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание основного и дополнительного учебного материала, правильно решает практическое задание; демонстрирует критический, оригинальный подход к материалу.	
Не зачтено	Обучающийся показывает незнание основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 8	
1	Отличие денатурации белков и ДНК.
2	Как происходит транспорт железа в организме?
3	Перечислите возможные варианты участия металлов в ферментативных реакциях.
4	Возможные центры связывания металла с нуклеиновой кислотой.
5	Отличия ионных и нейтральных ионофоров.
6	За счет чего возможен в организме перенос ионов через мембраны против градиента концентрации.
7	Комплексообразование ионов магния с АТФ.
8	Функция натрия в организме.
9	Источник энергии в ионном (натриевом) насосе.
10	Синтетические ионофоры.
11	Что такое жизненно необходимые (эссенциальные) металлы.
12	Перечислите функции кальция в организме и механизм его обмена.
13	Назовите функции магния в организме и признаки нарушения магниевых обмена.
14	Роль воды в организме и ее обмен.
15	Транспорт железа в организме: негеминные железопротейды.
16	Перечислите возможные варианты участия металлов в ферментативных реакциях.
17	Гидролитические реакции, катализируемые металлоферментами.
18	Марганец как активатор ферментов - трансфераз.
19	Основные признаки живой материи. Второй закон термодинамики для биологических систем.
20	Кобальт, функции в организме.

5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Приведите примеры ферментов, в активных центрах которых присутствуют функциональные группы, содержащие координирующий атом серы и азота.
2. Карбоангидраза. Какую реакцию катализирует этот фермент, строение активного центра, механизм действия.
3. Характеристика железосерных кластеров, их строение. Примеры модельных соединений.
4. Гемоглобин. Активный центр, механизм действия, нарушение работы. Пероксидаза и каталаза. Активные центры и механизмы действия.
5. Какую реакцию катализирует фермент Cu,Zn супероксид-дисмутаза? Опишите его активный центр и механизм действия.
6. Опишите каталитический цикл цитохром с оксидазы. Какую реакцию катализирует этот фермент?
7. Какие функции могут выполнять соли металлов в качестве лекарственных препаратов? Приведите несколько примеров.
8. Какие Вы знаете лекарственные препараты, содержащие магний?
9. В каких областях медицины применяют соединения алюминия? Приведите примеры.
10. Назовите типы медьсодержащих центров, опишите их активный центр.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На подготовку к ответу дается 0,5 часа.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Гринвуд Н., Эрншо А.	Химия элементов (Электронный ресурс) : в 2 т. Т. 1 / пер. с англ. — 4-е издание (эл.). — (Лучший зарубежный учебник)	Москва: Лаборатория знаний	2018	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=373242
Гринвуд Н., Эрншо А.	Химия элементов (Электронный ресурс) : в 2 т. Т. 2 / пер. с англ. — 4-е издание (эл.). — (Лучший зарубежный учебник)	Москва: Лаборатория знаний	2018	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=373243
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Гаркушин, И. К., Лаврентьева, О. В., Лисов, Н. И.	Некоторые аспекты современной неорганической химии: в 3 частях. Ч.3. Химия элементов и их соединений	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2019	http://www.iprbookshop.ru/111700.html
Ремизов, Г. М., Чайка, А. Н.	Химия элементов	Комсомольск-на-Амуре, Саратов: Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет, Ай Пи Ар Медиа	2019	https://www.iprbookshop.ru/85836.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL:<http://window.edu.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД: <http://publish.sutd.ru>
4. Единый портал интернет тестирования в сфере образования [Электронный ресурс]. URL:<http://www.i-exam.ru/>.
5. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL:http://sutd.ru/studentam/extramural_student/.

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional
Microsoft Windows

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лабораторные занятия со студентами проводятся в специализированных помещениях кафедры, оборудованных химической посудой, химическими реактивами, измерительными приборами (термометры, pH-метры, весы), дистиллятором, сушильными шкафами, муфельной печью, компьютером.

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска