

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет биоинженерии и биоинформатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан
факультета биоинженерии
и биоинформатики,
академик

_____/В.П. Скулачев /

« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Химические основы биологических процессов

Уровень высшего образования:

специалитет

Направление подготовки (специальность):

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Ученым советом факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика» (программы специалитета) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2016, 2017, 2018, 2019.

© Факультет биоинженерии и биоинформатики МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель курса - ознакомить студентов со структурой и функциями биополимеров: белков и нуклеиновых кислот, а также других соединений, найденных в живой клетке: сахаров, липидов, аминокислот, нуклеотидов.

Задачи курса: изучить и усвоить основную информацию о структуре и функциях белков и нуклеиновых кислот, а также о процессах их синтеза и способах анализа структуры.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО - вариативная часть, профессиональный цикл, курс I – семестр 2.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть): *освоение дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Математический анализ»*

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать:

общие закономерности развития дисциплины «химические основы биологических процессов», а также специфические особенности объектов и методов химии живых систем, актуальные направления химии живых систем, закономерности и принципы строения, свойств и биологических функций биополимеров и их компонентов, в том числе принципы строения и взаимодействия белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов, липидов и их компонентов, лежащие в основе процессов молекулярной и клеточной биологии.

Уметь

применять полученные знания как для освоения других дисциплин, так и для решения практических задач по исследованию биополимеров, в том числе при планировании эксперимента, его проведении и интерпретации полученных результатов,

Владеть:

необходимыми представлениями о предмете, задачах, области практического использования и актуальных направлениях развития химических основ биологических процессов; современными представлениями о взаимосвязи между структурой биополимеров и их биологическими функциями; базовыми понятиями о молекулярных механизмах репликации ДНК, транскрипции и трансляции; навыками самостоятельного получения знаний

Иметь опыт

применения теоретических знаний для решения заданий, моделирующих реальные экспериментальные задачи

4. Формат обучения – лекционные занятия.

5. Объем дисциплины составляет 3 з.е., в том числе 64 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 44 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс «Химические основы биологических процессов» в доступной для первокурсников форме знакомит студентов со структурой и функциями биополимеров: белков и нуклеиновых кислот, а также других соединений, встречающихся в живой клетке: сахаров, липидов, аминокислот, нуклеотидов. С использованием системного подхода рассматриваются основные химические принципы организации и функционирования клеточных процессов, химический состав и типы превращений веществ в живых системах. Приводятся общие представления о строении и функционировании живой клетки, структуре ее основных макромолекул, о химических основах жизнедеятельности, об основных процессах воспроизведения генетической информации и о методах анализа и модификации биополимеров. Объясняются такие понятия как стереоизомерия, ионизация, мономер, полимер, уровни организации структуры биомолекул, разбираются типы взаимодействий, участвующих в поддержании структуры. Механизмы клеточных процессов рассматриваются с точки зрения протекающих химических реакций, реакционной способности и стабильности соединений, влияния окружающих групп и состояния ионизации, воды как растворителя, а также пространственного сближения реагирующих молекул.

Курс состоит из трех разделов:

1. Структура и функции аминокислот, пептидов, белков

2. Липиды и сахара

3. Азотистые основания, нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты. Структура и функции. Пути реализации генетической информации.

Курс включает в себя лекции и семинары, контроль знаний осуществляется путем проведения текущих и рубежных письменных контрольных работ.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел I. Структура и функции аминокислот, пептидов, белков <u>Тема 1. Введения, основные понятия</u> Содержание темы: Введение. О чем курс ХОБП. Основные понятия. Водородные связи. Вода. Клетка состоит из воды, белков, липидов, углеводов, нуклеиновых кислот и ионов. Белки. Понятие о функциях белков. Принципы структурной организации белков.	6	4		4	2
<u>Тема 2. Строение и физико-химические свойства аминокислот</u> Содержание темы: Строение и физико-химические свойства аминокислот. Стереохимия, растворимость, ионогенные группы, классификация.	6	4		4	2

<p><u>Тема 3. Пептидная связь.</u> Первичная структура белков. Содержание темы: Пептидная связь. Способы образования пептидной связи. Первичная структура белков. Способы установления первичной структуры (по гену и по белку). Получение гомогенных препаратов белков, определение аминокислотного состава, фрагментация цепи, определение концевых аминокислот, метод Эдмана и масс-спектрометрия.</p>	6	4		4	2
<p><u>Тема 4. Вторичная структура белка.</u> Содержание темы: Вторичная структура. Конформация полипептидных цепей. Карты Рамачандрана. Водородные связи. Спиральные конформации, альфа-спираль. Бета-складчатые структуры. Бета-поворот. Правила, которым подчиняется укладка периодических элементов вторичной структуры в пространственной структуре. Образование третичной структуры из элементов вторичной структуры. Типы укладок.</p>	8	4		4	4
<p><u>Тема 5. Третичная структура белков.</u> Содержание темы: Третичная структура белков. Изменение свободной энергии при формировании пространственной структуры. Строение белковой глобулы – эллипсоид вращения, ядро-оболочка. Нековалентные взаимодействия внутри белковой глобулы: водородные связи, гидрофобные взаимодействия. Дисульфидные связи. Домены в белках. Динамика молекулы белка. Денатурация. Ренатурация. Соотношение между первичной и пространственной структурами белков.</p>	7	5		5	2

<p><u>Тема 6.</u> Глобулярные, мембранные и фибриллярные белки. Четвертичная структура. Содержание темы: Глобулярные, мембранные и фибриллярные белки. Четвертичная структура белков. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Функциональное значение четвертичной структуры. Аллостерические взаимодействия в регуляции активности белков. Глобины. Гемоглобин и миоглобин. Кооперативность связывания кислорода.</p>	9	5		5	4
<p><u>Тема 7.</u> Строение и свойства ферментов. Содержание темы: Строение и свойства ферментов. Основные определения и понятия ферментативного катализа. Общие свойства катализаторов. Особенности ферментов как биологических катализаторов. Строение ферментов. Специфичность ферментов. Классификация ферментов.</p>	6	4		4	2
<p><u>Тема 8.</u> Основы кинетики ферментативных реакций. Содержание темы: Основы кинетики ферментативных реакций. Ингибиторы ферментов. Автономная саморегуляция ферментативных процессов. Белки в роли ферментов: лизоцим и сериновые протеиназы.</p>	6	4		4	2

<p>Раздел II. Липиды и сахара Тема 9. Структура и функции липидов. Содержание темы: Структура и функции липидов. Классификация липидов. Простые липиды. Сложные липиды. Основные биологические функции. Насыщенные ЖК. Ненасыщенные ЖК. Номенклатура ненасыщенных кислот. Свойства ненасыщенных жирных кислот. Незаменимые жирные кислоты. Жиры, или триглицериды. Глицерофосфолипиды. Фосфолипиды. Гликолипиды. Липидный бислой. Свойства липидного бислоя. Мембраны. Структура мембран. Компоненты мембран.</p>	9	5		5	4
<p>Тема 10. Структура и функции сахаров. Содержание темы: Структура и функции сахаров. Классификация углеводов. Стереоизомерия углеводов. Линейные и циклические структуры моноз. Конформации и механизм мутаротации. Реакции сахаров: изомеризация, конденсация, окисление, восстановление, этерификация, образование гликозидов. Дисахариды: строение сахарозы. Полисахариды: целлюлоза, крахмал, хитин и их различия. Глюкозаминогликаны.</p>	8	4		4	4

<p>Раздел III. Азотистые основания, нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты. Структура и функции. Пути реализации генетической информации <u>Тема 11.</u> Структура нуклеиновых кислот. Содержание темы: Структура нуклеиновых кислот. ДНК, РНК, нуклеозиды, нуклеотиды. Уровни организации ДНК. Двойная спираль ДНК. Комплементарность. Изогеометричность. Стекинг. Альтернативные вторичные структуры ДНК. Уровни организации РНК. Вторичная и третичная структура тРНК. Неканонические пары. Особенности структурной организации РНК. Принципы организации третичной структуры РНК. Структурные мотивы РНК. Аптамеры. РНК-переключатели. Денатурация и ренатурация НК. Суперспирализация. Уровни упаковки ДНК в ядре эукариотической клетки. Нуклеосомы.</p>	9	5		5	4
<p><u>Тема 12.</u> Биосинтез нуклеиновых кислот. Содержание темы: Биосинтез ДНК – репликация. Ориджин репликации. Три этапа: инициация, элонгация, терминация. Полуконсервативный механизм. Химические реакции, происходящие при полимеризации. ДНК – полимеразы, точность репликации. Проблема полярности, фрагменты Оказаки. Топологические проблемы репликации. Биосинтез РНК – транскрипция. Промотор. Инициация транскрипции. РНК-полимераза. Элонгация транскрипции. Химические основы биосинтеза РНК. Ингибиторы РНК-полимеразы. Обратная транскрипция. Функции нуклеиновых кислот.</p>	6	4		4	2

<p><u>Тема 13. Биосинтез белка.</u> Содержание темы: Биосинтез белка – трансляция. Участники трансляции: АРСаза, тРНК, мРНК, рибосома. Генетический код, его свойства. Функции каждого участника трансляции. АРСаза - декодирование. Инициация трансляции. Элонгация трансляции, химическая реакция, происходящая при биосинтезе белков на рибосоме. Фактор элонгации, фактор транслокации, мимикрия пространственной структуры. Цикл работы рибосомы. Терминация трансляции. Тетрациклин. Полисомы. Пост-трансляционное формирование структуры белка.</p>	6	4		4	2
<p><u>Тема 14. Генотип и фенотип.</u> Геном. Протеом. Регуляция экспрессии генов. Содержание темы: Генотип и фенотип. Геном. Протеом. Регуляция экспрессии генов. Регуляция на уровне репликации, транскрипции, трансляции. Оперон. Регуляция транскрипции, триптофановый оперон. Аттенюация. Метилирование промотора. Посттранскрипционная регуляция экспрессии. Гены эукариот, интроны, экзоны, сплайсинг. Сплайсинг РНК в регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне трансляции и посттрансляционная регуляция. Сплайсинг белков. Опероны, регулоны, диффероны. Динамика и статика генома. Митохондрии и хлоропласты. Плазмиды и вирусы. Устойчивость к антибиотикам. Ретровирусы, ВИЧ.</p>	6	4		4	2

Тема 15. Химические основы методов секвенирования и ПЦР. Содержание темы: Химические основы методов секвенирования и ПЦР. Определение первичной структуры ДНК – секвенирование. Химический метод секвенирования (метод Максама – Гилберта). Химическое секвенирование РНК. Основные отличия секвенирования ДНК и РНК. Ферментативный метод секвенирования (метод Сэнгера). Автоматическое секвенирование ДНК. Использование методов химической модификации для изучения вторичной структуры ДНК. Определение одноцепочечных участков в ДНК. Идентификация триплексов.	6	4		4	2
Промежуточная аттестация: зачет	4				4 (количество часов, отведенных на промежуточную аттестацию)
Итого	108	64		64	44

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

1. Изобразите структурные формулы аминокислот: перечислены аминокислоты. Все группы в том состоянии ионизации, которое реализуется при рН 7,0

2. Изобразите структурные формулы аминокислот, укажите свойства боковых радикалов (гидрофобные/гидрофильные, заряженные/незаряженные, алифатические/ароматические). Все группы в том состоянии ионизации, которое реализуется при рН 7,0

3. Изобразите структурную формулу указанного олигопептида. Рассчитайте его изоэлектрическую точку.

4. На рисунке изображен активный центр фермента с находящимся в нем кофактором и ингибитором. Укажите, какими типами нековалентных взаимодействий связаны кофактор и ингибитор с ферментом.

5. Перечислите шесть классов ферментов и укажите катализируемую реакцию для каждого класса.

6. Изобразите структуру комплементарных пар нуклеотидов.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

1. Изобразите структурные формулы аминокислот: перечислены аминокислоты. Все группы в том состоянии ионизации, которое реализуется при рН 7,0. Укажите свойства боковых радикалов

2. Перечислите стереоизомеры: перечислены аминокислоты. Укажите число хиральных центров и число оптических изомеров. Нарисуйте проекционные формулы Фишера.

3. Укажите группы, между которыми образуется водородная связь, если указанный олигопептид принимает конформацию альфа-спирали.
4. Назовите класс ферментов, катализирующих следующие превращения: представлены уравнения химических реакций
5. Определите тип ингибирования ферментативной реакции по данным, представленным на рисунке в координатах Иди-Хофсти (Вульфа-Хейнса).
6. Изобразите химическую структуру липидов различных классов.
7. Изобразите химическую структуру предшественников липидов.
8. Что такое мутаротация сахаров? Изобразите происходящие при этом химические превращения.
9. Изобразите структуру комплементарных пар нуклеотидов.
10. Изобразите разные формы пространственной укладки нуклеиновых кислот, укажите типы взаимодействий, поддерживающих пространственную структуру нуклеиновых кислот.
11. Изобразите химические реакции, протекающие при образовании межнуклеотидной связи при синтезе ДНК и РНК.
12. Перечислите все необходимые компоненты для биосинтеза нуклеиновых кислот.
13. Изобразите химические реакции, протекающие при трансляции. Перечислите необходимые компоненты для биосинтеза белка.
14. Изобразите схему процессов, протекающих при ПЦР

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: общих закономерностей развития дисциплины «химические основы биологических процессов», а также специфических особенностей объектов и методов химии живых систем, актуальных направлений химии живых систем, закономерностей и принципов строения, свойств и биологических функций биополимеров и их компонентов, в том числе принципов строения и взаимодействия белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов,	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания

липидов и их компонентов, лежащие в основе процессов молекулярной и клеточной биологии				
Умения: применять полученные знания как для освоения других дисциплин, так и для решения практических задач по исследованию биополимеров, в том числе при планировании эксперимента, его проведении и интерпретации полученных результатов	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Владения: необходимыми представлениями о предмете, задачах, области практического использования и актуальных направлениях развития химических основ биологических процессов; современными представлениями о взаимосвязи между структурой биополимеров и их биологическими функциями; базовыми понятиями о молекулярных механизмах репликации ДНК, транскрипции и трансляции; навыками самостоятельного получения знаний	Навыки владения отсутствуют	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы
 - 1 Д. Нельсон, М. Кокс. Основы биохимии Ленинджера. Том 1. Основы биохимии. Строение и катализ. Перевод с английского под ред. А.А. Богданова и С.Н. Кочеткова, Москва, Бином, 2012
 - 2 В.М. Степанов. Молекулярная биология. Структура и функции белков. под ред. А.С. Спирина. Москва. Наука. 2005
 - 3 Я. Кольман, К.-Г. Рем, Ю. Вирт. Наглядная биохимия. Перевод с немецкого под ред. к.х.н. П. Д. Решетова, и к.х.н. Т. И. Соркиной. Москва. Мир. 2000
 - 4 Ю.А. Овчинников. Биоорганическая химия. Москва. Просвещение. 1987
 - 5 D. L. Nelson, M. M. Cox. Lehninger PRINCIPLES OF BIOCHEMISTRY. США. Macmillan learning. 6е издание 2012
 - 6 Б. Льюин. Гены. Перевод с английского под ред. Д.В. Ребрикова. Москва. Бином. 9-е издание, 2012 г.
- Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

Электронная библиотека МГУ <http://www.nbmgu.ru/publicdb/>

Поисковая система Google <https://www.google.ru/>

Google Академия <https://scholar.google.com/>

Поисковая система Yandex <https://yandex.ru/>

Википедия <https://en.wikipedia.org>

- Описание материально-технического обеспечения.

А. Помещения: лекционная и семинарская аудитории

Б. Оборудование: ноутбук, проектор, экран, доска

В. Иные материалы: таблички со значениями рKa ионизируемых групп 20 аминокислот и генетического кода