

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«20» мая 2019 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Введение в специализацию «Фундаментальная и прикладная энзимология»**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Фундаментальная и прикладная энзимология

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

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 / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1770 (с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019).

Год (годы) приема на обучение 2019/2020

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>ОПК-1.С.</b> Способен решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов	<b>ОПК-1.С.1.</b> Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, оценивает актуальность и степень новизны данных	<b>Знать:</b> актуальные направления исследований в области современной энзимологии
<b>СПК-1.С.</b> Способен использовать сведения о строении и биологических функциях основных классов биоорганических соединений, свойствах микроорганизмов, способах регуляции биохимических процессов, основных направлениях современной биотехнологии и прикладной биохимии при решении задач профессиональной деятельности	<b>СПК-1.С(итог)</b> использует сведения о строении и биологических функциях основных классов биоорганических соединений, свойствах микроорганизмов, способах регуляции биохимических процессов, основных направлениях современной биотехнологии и прикладной биохимии при планировании и выполнении исследований, интерпретации полученных результатов	<b>Знать:</b> Строение и биологические функции основных классов биоорганических соединений, основные направления современной биохимии <b>Уметь:</b> самостоятельно применять знания о строении и биологических функциях основных классов биоорганических соединений
<b>СПК-2.С.</b> Способен применять общие закономерности физической химии ферментов при описании химической и ферментативной кинетики и механизмов ферментативных реакций	<b>СПК-2.С.1</b> Предлагает различные кинетические схемы ферментативных реакций, проводит их параметризацию	<b>Знать:</b> общие закономерности физической химии ферментов <b>Владеть:</b> методологией исследования физико-химических закономерностей действия ферментов

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 42 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 4 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 30 часов составляет самостоятельная работа студента.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

Знать: общие положения, законы и теории базовых химических дисциплин.

Уметь: предполагать физико-химические свойства молекул по их строению.

Владеть: навыками анализа литературы, приемами решения типовых задач синтеза.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Тема 1 Принципы структурной организации белков	8	6		2			8			
Тема 2 Закономерности сворачивания белков	8	6		2			8			

Тема 3 Стабильность белков	6	6					6			
Тема 4 Выделение белков	6	6					6			
Тема 5 Очистка белков	6	6					6			
Тема 6 Основные классы биомолекул	6	6					6			
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	32					2	2			30
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>36</b>		<b>4</b>		<b>2</b>	<b>42</b>			<b>30</b>

#### 6. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Литература из списка основной и дополнительной литературы по курсу, материалы научных статей, предоставляемые на лекциях.

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

#### Основная литература

1. А. Ленинджер. Основы биохимии, в 3-х т, т. 1. М.: Мир, 1985 (разделы 1-5)
2. Основы биохимии Ленинджера. Том 1. Основы биохимии. Строение и катализ. М.: Бином, 2012 (разделы 1-5)
3. В. Эллиот, Д. Эллиот. Биохимия и молекулярная биология. М.: Изд-во НИИ биомедицинской химии РАМН, 2000 (разделы 1-5)
4. Р. Досон, Д. Эллиот, У. Эллиот, К. Джонс. Справочник биохимика. М.: Мир, 1991 (разделы 1-5)
5. Г. Шульц Г., Р. Ширмер. Принципы структурной организации белков. М.: Мир, 1982 (раздел 5)
10. Р. Скоупс. Методы очистки белков. М.: Мир, 1985 (раздел 5)
11. Л.А. Остерман. Хроматография белков и нуклеиновых кислот. М.: Наука, 1985 (раздел 5)

12. Л.А. Остерман. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: электрофорез и ультрацентрифугирование (практическое пособие). М.: Наука, 1981 (раздел 5)

### **Дополнительная литература**

1. Р. Мари, Греннер Д., Мейес П., Родуэлл П. Биохимия человека, в 2-х т. М.: Мир, 1993.
2. Д. Мецлер. Биохимия, в 3-х т. М.: Мир, 1980.
3. Л. Страйер. Биохимия, в 3-х т. М.: Мир, 1985.
4. Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. Биологическая химия. М.: Высшая школа, 1998.
5. Ю.Б. Филиппович. Основы биохимии. М.: Лань, Агар, Флинт, 1999.
6. Ч. Р. Кантор, П. Р. Шиммел, Биофизическая химия, тт. 2, 3. М., "Мир", 1985.
7. Д. Фрайфельдер. Физическая биохимия. М.: Мир, 1980.
8. Э. Корниш-Боуден. Основы ферментативной кинетики. М.: Мир, 1979.

- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами), техникой для презентаций

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: д.х.н. проф. Гладилин Александр Кириллович, [akgladilin@yahoo.com](mailto:akgladilin@yahoo.com)

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

#### **Вопросы для зачета:**

1. Молекулярные особенности живых систем. Основные классы биологически активных соединений.
2. Разнообразие и классификация живых организмов. Представление о строении про- и эукариотической клеткок, локализация процессов, функции основных органелл.
3. Физико-химические и кинетические закономерности процессов, протекающих в организмах. Энергетика живого. Уникальная роль АТФ. Другие высоко- и сверхвысокоэнергетические соединения.
4. Азотистые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Правила нумерации. Нуклеотиды как кислоты.
5. ДНК и РНК. Центральная догма молекулярной биологии: от ДНК к белку.

6. Взаимосвязь строения и функции ДНК. ДНК как поликислота. Правило комплементарности. Направленность концов ДНК. Представление о репликативной вилке.
7. Уровни структурной организации ДНК. Двухцепочечная спираль (дуплекс). Термоденатурация-ренатурация дуплекса.
8. Высокий консерватизм ДНК: причины и подходы к репарации дефектов. Особенности строения ДНК, обеспечивающие высокую сохранность генетического материала.
9. Типы (матричная, транспортная и рибосомная), уровни структурной организации и функции РНК. Представление о биосинтезе белка на рибосоме. Универсальный генетический код
10. Углеводы. Общее представление и классификация по различным принципам. Способы представления, проекции.
11. Моносахариды. Асимметрические центры и стереоизомерия. D,L- и R,S-ряды.
12. Циклизация моносахаридов, аномерия. Проекция Хеурса и конформационная формула моносахаридов. Молекулярные причины стабильности конформеров.
13. Химические свойства сахаров
14. Дисахариды. Редуцирующие и нередуцирующие сахара. Сахароза и инвертный сахар.
15. Запасные и структурные полисахариды растений и животных. Гликопротеины.
16. Липиды. Общие свойства и классификация. Глицерин как прохиральное соединение.
17. Строение и свойства жирных кислот. Зависимость температуры плавления от длины цепи и количества двойных связей.
18. Триацилглицериды: строение, свойства и физиологическая роль.
19. Мембранные липиды: строение и свойства. Фосфоглицериды и сфинголипиды.
20. Стероиды: основные представители и их функции. Холестерин как компонент биомембраны. Липопротеины и хиломикроны.
21. Жидкостно-мозаичная модель биомембран. Основные компоненты и их роль.
22. Типы трансмембранного транспорта. Молекулярные насосы (на примере Na/K-атфазы). Унипорт, симпорт и антипорт.
23. Биомембраны и молекулярные моторы (на примере АТФ-синтазы)
24. Разнообразие белков в природе. Уровни структурной организации белков.
25. Классификация канонических аминокислот по свойствам боковых радикалов. Физический смысл pKa.
24. Первичная структура белков. Особенности пептидной связи. Представление о картах Рамачандрана.
25. Лабораторные способы получения аминокислот.
26. Методы качественного и количественного анализа аминокислот (групповые и индивидуальные).
27. Первичная структура белков. Особенности пептидной связи. Олиго- и полипептиды.
28. Невалентные взаимодействия и их роль в поддержании структуры белка. Дисперсионные силы притяжения и отталкивание электронных оболочек.
29. Невалентные взаимодействия и их роль в поддержании структуры белка. Электростатические взаимодействия.
30. Невалентные взаимодействия и их роль в поддержании структуры белка. Водородные связи.
31. Невалентные взаимодействия и их роль в поддержании структуры белка. Гидрофобные взаимодействия

32. Вторичная структура белков. Представление о спиральных и складчатых листах в структуре глобулярных белков. Цилиндрические раз-  
вертки.
33. Сверхвторичные структуры.
34. Третичная структура белка. Структурные и функциональные домены, глобулярный белок.
35. Четвертичная структура белков (ассоциаты). Гомо- и гетероолигомерные белки, их преимущества перед мономерными белками.
36. Четвертичная структура белков (ассоциаты). Представление о кооперативных процессах на примере гемоглобина и миоглобина.
37. Основные типы пост-трансляционной модификации белков.
38. Сворачивание белков: термодинамический и кинетический аспекты. Общая кинетическая схема сворачивания белков и скорость-  
лимитирующие стадии.
39. Сворачивание белков в живых организмах. Ферменты сворачивания, представление о шаперонах
40. Стабильность белков. Общие вопросы определения стабильности, классификация типов стабильности.
44. Устойчивость белков *in vivo*. Параметры, определяющие данный тип стабильности.
45. Молекулярные причины термодинамической стабильности белков.
46. Схема Эйринга. Молекулярные механизмы необратимой инактивации.
47. Подходы к стабилизации белков.
48. Ферменты и их классификация.
49. Основные причины ускорения в ферментативных реакциях. Образование фермент-субстратного комплекса. Энергетический профиль  
ферментативной реакции.
50. Основы ферментативной кинетики. Схема Михаэлиса-Ментен. Квазиравновесное и квазистационарное приближения.
51. Ферменты. Представление об эффекторах (активаторах и ингибиторах). Полное конкурентное и полное неконкурентное ингибиро-  
вание
52. Фибриллярные белки. Кератин и фиброин. Особенности аминокислотного состава и взаимосвязь со структурой, функциями и физио-  
логической ролью.
53. Коллаген и эластин. Особенности аминокислотного состава и взаимосвязь со структурой, функциями и физиологической ролью.  
Межцепочесные ковалентные сшивки.
54. Актин, миозин. Особенности аминокислотного состава и взаимосвязь со структурой, функциями и физиологической ролью.
55. Протеогликановый агрегат. Особенности состава и взаимосвязь со структурой, функциями и физиологической ролью.
56. Выделение и очистка белков. Разнообразие биоматериала. Классификация методов гомогенизации. Гомогенат и грубый экстракт.
57. Выделение и очистка белков. Лабораторные приемы при выделении и очистке белков.
58. Выделение и очистка белков. Разделение белков методом фракционирования.
59. Выделение и очистка белков. Хроматографические методы. Классификация и причины «сродства» к неподвижной фазе.
60. Выделение и очистка белков. Электрофоретические и седиментационные методы.
61. Выделение и очистка белков. Качественный и количественный анализ белков и их смесей.



### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
Знать: актуальные направления исследований в области современной энзимологии Знать: Строение и биологические функции основных классов биоорганических соединений, основные направления современной биохимии Знать: общие закономерности физической химии ферментов	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
Уметь: самостоятельно применять знания о строении и биологических функциях основных классов биоорганических соединений	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
Владеть: методологией исследования физико-химических закономерностей действия ферментов	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете