

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)**

**Механизмы ферментативного катализа**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

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

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Нанобиоматериалы и нанобиотехнологии

**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 нанобиотехнологии ферментов
<b>СПК-3.С.</b> Способен использовать при решении практических задач теоретические основы и экспериментальные методы ферментативной кинетики, основные представления о структуре активных центров и механизмах действия ферментов	<b>СПК-3.С.1</b> применяет знания о механизмах ферментативного катализа и физико-математическом аппарате ферментативной кинетики в профессиональной сфере	<b>Знать:</b> механизмы ферментативного катализа <b>Уметь:</b> анализировать экспериментальные данные и делать выводы о предполагаемом механизме ферментативного катализа
<b>СПК-1.С.</b> Способен использовать общие представления о свойствах микроорганизмов и знание строения и биологических функций основных классов биологических соединений, а также основных путей регуляции биохимических процессов при решении задач профессиональной деятельности	<b>СПК-1.С(итог)</b> при постановке и интерпретации результатов научных исследований использует знания о свойствах микроорганизмов, строения и биологических функциях основных классов биологических соединений, основных путях регуляции биохимических процессов	<b>Знать:</b> строение и биологические функции основных классов ферментов и ферментов, наиболее часто использующихся в нанобиотехнологии <b>Уметь:</b> самостоятельно применять знания о строении и биологических функциях основных классов ферментов с целью решения профессиональных задач

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 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 90 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (42 часа занятия лекционного типа, 42 часа – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 54 часа составляет самостоятельная работа студента.*

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

Обучающийся должен

**Знать:** общие положения, законы и теории базовых химических и математических дисциплин, основы биохимии, основные классы биологических соединений.

**Уметь:** применять сведения в области физической химии к решению упрощенных задач

**Владеть:** навыками анализа физико-химических параметров системы для предсказания возможных протекающих процессов, методами анализа экспериментальных данных.

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. Основные положения ферментативного катализа	19	8	8				16	3		3
Тема 2. Гидролазы	21	8	8			2	18	3		3
Тема 3. Гем-содержащие белки	19	8	8				16	3		3

Тема 4. NAD <sup>+</sup> - зависимые ферменты	21	8	8			2	18	3		3
Тема 5. Флавопротеины	19	8	8				16	3		3
Тема 6. Тиаминпиродифосфат, пиридоксальфосфат	7	2	2				4	3		3
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	38			2			2			36
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>90</b>			<b>54</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):** конспекты лекций, литература из рекомендованного списка

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

#### Основная литература

1. Конспекты лекций

#### Дополнительная литература

1. Н. Л. Клячко, В. А. Щедрина. Структура активных центров и механизмы действия ферментов, не содержащих простетических групп, кофакторов и коферментов. Методическое пособие. Москва. 2008.
2. С. Д. Варфоломеев. Химическая энзимология. Москва. Академия. 2004.

3. A. Fersht. Structure and mechanism in protein science. N. Y. W. H. Freeman. 1999.
4. M. I. Page, A. Williams, eds. Enzyme mechanisms. Cambridge. Royal Soc. Chem. 1993.
5. H. B. Dunford. Horseradish peroxidase: structure and kinetic properties. 1999.
6. I. Bertini, H. B. Gray, S. J. Lippard, J. S. Valentine, eds. Biinorganic chemistry. California. Univ. Sci. Books, Mill Willey. 1994.

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

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: проф. д.х.н. Клячко Н.Л.

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

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамен. На экзамене проверяется достижение результатов обучения, перечисленных в п.2.

#### **Вопросы к экзамену:**

1. Классы ферментов. Номер фермента. Примеры катализируемых ферментами реакций.
2. Основные функциональные группы активных центров ферментов. Примеры.
3. Связывание субстрата в активном центре фермента. Основные группы активного центра, участвующие в связывании. Основные типы и примеры взаимодействий фермента и субстрата.
4. Кофакторы, коферменты и простетические группы ферментов. Примеры.
5. Роль ионов металлов в катализе. Примеры.
6. Гидролазы. Особенности структуры активного центра и механизм действия  $\alpha$ -химотрипсина.
7. Гидролазы. Особенности строения активных центров, сходные черты и различия в катализе  $\alpha$ -химотрипсином, трипсином, эластазой.
8.  $\alpha$ Химотрипсин. Особенности взаимодействий в фермент-субстратном комплексе и переходном состоянии.
9. Клеточная стенка бактерий и гликозидазы. Лизоцим, группы активного центра, особенности механизма действия.
10. Кислые протеазы на примере пепсина: особенности строения активного центра и механизма действия.
11. Тиоловые протеазы на примере папаина: особенности строения активного центра и механизма действия.
12. Особенности строения активного центра карбоксипептидазы А, альтернативные механизмы действия фермента.
13. Рибонуклеаза: основные группы активного центра, типы катализа.

14. Специфичность ферментов: групповая, абсолютная, стереоспецифичность. Примеры.
15. Гем-содержащие белки и ферменты. Особенности строения. Основные окислительные состояния железа гема.
16. Гем-содержащие белки и ферменты. Гемоглобин и миоглобин, особенности строения и функции.
17. Гем-содержащие ферменты на примере пероксидаз: особенности структуры, механизм расщепления пероксида водорода в активном центре.
18. Ионы металлов в катализе. Карбоангидраза: особенности строения, активного центра (рН-зависимость и рК групп, участвующих в катализе), механизм действия.
19. NAD<sup>+</sup>-зависимые ферменты, особенности строения кофермента, перенос гидрид-иона. Пример катализируемой ферментом реакции с участием NAD<sup>+</sup> (NADH).
20. Структура активного центра и механизм действия алкогольдегидрогеназы.
21. Особенности взаимодействия с субстратом и механизм действия лактатдегидрогеназы.
22. Флавопротеины. Особенности строения FMN и FAD, участие в катализе глутатионредуктазой.
23. Тиаминпирофосфат: особенности строения, участие в катализе на примере пируватдекарбоксилазы.
24. Пиридоксальфосфат: особенности строения, участие в катализе на примере рацемазы аминокислот.
25. Пиридоксальфосфат: особенности строения, образование и роль основания Шиффа (На примере реакции, катализируемой аминотрансферазой).

#### 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: общие закономерности физической химии ферментов	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы, Уметь: самостоятельно составлять план исследования Уметь: анализировать экспериментальные данные и делать выводы о физико-химических закономерностях действия ферментов	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене