

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/

«30» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Кинетические закономерности и регуляция активности ферментов**

**Уровень высшего образования:**  
Магистратура

---

**Направление подготовки (специальность):**

04.04.01 Химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Биотехнология 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 (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г., №1033.

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

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)
СПК-2.М. Способен применять знания об общих закономерностях ферментативной кинетики, структуре активных центров и механизмах действия ферментов	СПК-2.М.1 Использует аппарат ферментативной кинетики при изучении нанобиообъектов	<b>Знать:</b> общие закономерности физической химии ферментов
	СПК-2.М.2 Проводит экспериментальные исследования структуры активных центров ферментов и механизмов их действия	<b>Уметь:</b> анализировать экспериментальные данные и делать выводы о физико-химических закономерностях действия ферментов

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего **108** часов, из которых **44** часа составляет контактная работа студента с преподавателем (**19** часов занятия лекционного типа, **19** часов – занятия семинарского типа, **4** часа - групповые консультации, **2** часа – промежуточный контроль успеваемости), **64** 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 биоорганических соединений.

**Уметь:** применять сведения в области физической химии к решению упрощенных задач, решать дифференциальные уравнения в рамках курса математического анализа для студентов химического факультета.

**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	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	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов т.п.	<b>Всего</b>
Тема 1. Кинетика двухстадийных ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен	<b>18</b>	4	4				<b>8</b>			<b>10</b>
Тема 2. Ингибирование (активация) ферментативных реакций. рН-Зависимости ферментативных реакций. Метод двухкомпонентного ингибирования. Основы ингибиторного анализа. Ингибирование субстратом.	<b>22</b>	5	5	2			<b>12</b>			<b>10</b>
Тема 3. Температурные эффекты в ферментативных реакциях.	<b>18</b>	4	4				<b>8</b>			<b>10</b>
Тема 4. Интегральная форма уравнения Михаэлиса-Ментен. Методы обработки полной кинетической кривой. Эффекты ингибирования продуктом и инактивации фермента в ходе реакции. Нестационарная кинетика ферментативных реакций. Релаксационные методы исследования. Методы определения concentra-	<b>24</b>	6	6	2			<b>14</b>			<b>10</b>

ции активных центров ферментов (титрование ферментов)										
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	26					2	2			24
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>4</b>		<b>2</b>	<b>44</b>			<b>64</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

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

#### Основная литература

1. Конспекты лекций
2. И. В. Березин, К. Мартинек. Основы физической химии ферментативного катализа. М.: Высшая школа, 1977. 290 с.
3. И. В. Березин, А. А. Клёсов. Практический курс химической и ферментативной кинетики. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. 320с.
4. Э. Корниш-Боуден. Основы ферментативной кинетики. М.: Мир, 1979. 280 с.

#### Дополнительная литература

1. Д. Уэстли «Ферментативный катализ». Москва, Мир, 1972.

- 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. Левашов А.В., проф. д.х.н. Клячко Н.Л., асс. к.х.н. Ле-Дейген И.М.

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

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

#### **Вопросы для зачета:**

1. Кинетика двухстадийных ферментативных реакций. Метод стационарных концентраций. Реакции в квазиравновесном режиме.
2. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Методы определения его кинетических параметров.
3. Ингибирование (активация) ферментативных реакций. Обратимые и необратимые ингибиторы. Кинетические типы ингибирования. Методы анализа экспериментальных данных.
4. Метод двухкомпонентного ингибирования. Бифункциональные ингибиторы. Основы ингибиторного анализа.
5. Ингибирование субстратом.
6. pH-Зависимости ферментативных реакций. Методы определения величин  $pK$  и pH-независимых кинетических параметров.
7. Температурные эффекты в ферментативных реакциях.
8. Интегральная форма уравнения Михаэлиса-Ментен. Методы обработки полной кинетической кривой. Эффекты ингибирования продуктом и инактивации фермента в ходе реакции.
9. Нестационарная кинетика ферментативных реакций. Особенности и характеристики предстационарной фазы в двухстадийной и трехстадийной ферментативных реакциях. Релаксационные методы исследования.
10. Методы определения концентрации активных центров ферментов (титрование ферментов).

### 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 зачете
Уметь: анализировать экспериментальные данные и делать выводы о физико-химических закономерностях действия ферментов	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете

