

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:

Кинетика ферментативных реакций

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.

Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины: способствовать овладению студентами теоретическими и практическими навыками в области химической кинетики, в части кинетики ферментативных реакций.

Задачи дисциплины:

- дать представление о современных научных основах механизмов действия ферментов, в частности об основных кинетических моделях ферментативных реакций;
- показать основные методы и подходы решения прямой и обратной задач ферментативной кинетики, в стационарном и равновесном приближениях, а также в случае протекания ферментативной реакции в предстационарном режиме;
- научить решать задачи из раздела кинетики ферментативных реакций, исходя из представлений о механизме действия фермента или на основании экспериментальных данных о каталитической активности фермента, и обосновывать применимость тех или иных подходов для решения задач.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, курс III – семестр 6.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

Освоение таких дисциплин, как: «Аналитическая химия», «Биохимия», «Дифференциальные уравнения», «Математический анализ», «Математическая статистика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Теория вероятностей», «Физическая химия».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать:

о современных научных основах механизмов действия ферментов

Уметь:

решать задачи из раздела кинетики ферментативных реакций

обосновывать применимость тех или иных подходов для решения задач

Владеть:

основными методами и подходами решения прямой и обратной задач ферментативной кинетики

4. Формат обучения: лекционные и семинарские занятия.

5. Объем дисциплины составляет 3 з.е., в том числе 48 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 60 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Стохастическая природа элементарной реакции первого порядка. Простейшая двухстадийная схема ферментативной реакции. Нестационарная кинетика. Стационарное приближение в ферментативной кинетике. Интегральная кинетика. Интегральное уравнение Михаэлиса-Ментен. Координаты Уокера-Шмидта. Ингибиторы ферментов. pH-эффекты в ферментативном катализе. Уравнение стационарной скорости обратимой трехстадийной ферментативной реакции. Применение теории переходного состояния к ферментативному катализу. Энергетическая диаграмма «свободная энергия - координата реакции». Анализ взаимосвязи между структурой субстрата (ингибитора) и сорбционными и каталитическими свойствами фермента. Константа Ханша. Корреляционные зависимости. Модели ферментативного катализа. Внутримолекулярные реакции. Мицеллярный катализ. Абзимы. Прямые и обратные задачи ферментативной кинетики.

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	
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ФЕРМЕНТАТИВНЫХ РЕАКЦИЯХ					
История развития представления о ферментативных реакциях.	5	2	1	3	2
СТОХАСТИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ЭЛЕМЕНТАРНОЙ РЕАКЦИИ ПЕРВОГО ПОРЯДКА					
Стохастическая природа элементарной реакции первого порядка.	5	2	1	3	2
ПРОСТЕЙШАЯ ДВУХСТАДИЙНАЯ СХЕМА ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ					
Простейшая двухстадийная схема ферментативной реакции.	7	2	1	3	4
НЕСТАЦИОНАРНАЯ КИНЕТИКА					
Нестационарная кинетика.	5	2	1	3	2
СТАЦИОНАРНОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ В ФЕРМЕНТАТИВНОЙ КИНЕТИКЕ					
Стационарное приближение в ферментативной кинетике.	7	2	1	3	4
ИНТЕГРАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ МИХАЭЛИСА-МЕНТЕН					
Интегральное уравнение Михаэлиса-Ментен.	7	2	1	3	4
ИНГИБИТОРЫ (АКТИВАТОРЫ) ФЕРМЕНТОВ					
Ингибиторы ферментов.	12	4	2	6	6
рН-ЭФФЕКТЫ В ФЕРМЕНТАТИВНОМ КАТАЛИЗЕ					
рН-эффекты в ферментативном катализе.	7	2	1	3	4
КИНЕТИКА ФЕРМЕНТАТИВНЫХ РЕАКЦИЙ					
Кинетика ферментативных реакций в гетерогенных условиях.	7	2	1	3	4
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПЕРЕХОДНОГО СОСТОЯНИЯ К ФЕРМЕНТАТИВНОМУ КАТАЛИЗУ					
Применение теории переходного состояния к ферментативному катализу.	7	2	1	3	4
МОДЕЛИ ФЕРМЕНТАТИВНОГО КАТАЛИЗА					
Модели ферментативного катализа.	7	2	1	3	4

МЕТОД ГРАФОВ					
Метод графов.	7	2	1	3	4
УРАВНЕНИЕ СТАЦИОНАРНОЙ СКОРОСТИ ОБРАТИМОЙ ТРЕХСТАДИЙНОЙ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ					
Уравнение стационарной скорости обратимой трехстадийной ферментативной реакции.	7	2	1	3	4
КИНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ БИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ					
Кинетическая модель действия для бифункциональных ферментов.	7	2	1	3	4
КИНЕТИКА ПОЛИФЕРМЕНТНЫХ РЕАКЦИЙ					
Кинетика полиферментных реакций.	7	2	1	3	4
					4 (количество часов, отведенных на промежуточную аттестацию)
	108	32	16	48	60

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

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

Разбор конкретных случаев из научной литературы (современных статей из научных рецензируемых журналов) – является элективным (дополнительным) элементом обучения и аттестации, для студентов, желающих освоить дисциплину на более высоком уровне.

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

Основные типы задач:

1. Поиск условий применимости стационарного приближения для двухстадийных реакций с использованием теоремы Тихонова.
2. Расчет и графический анализ, полученного решения, для двух- и трехстадийных схем ферментативных реакций в стационарном и равновесном приближениях:
 - в отсутствие ингибитора;
 - в присутствии ингибитора;
 - с ингибированием субстратом.
3. Расчет и графический анализ, полученного решения, для двух- и трехстадийных схем ферментативных реакций в стационарном приближении с использованием метода графов.
4. Расчет и графический анализ, полученного решения, для двух- и трехстадийных схем ферментативных реакций в стационарном приближении с использованием метода Ча.
5. Расчет и графический анализ, полученного решения, для схем ферментативных реакций с рН-зависимостью.
6. Применение теории переходного состояния к ферментативному катализу.
7. Определение решения в общем виде для многостадийных ферментативных реакций.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания:	Знания	Фрагментарные	Общие, но не	Сформированы

о современных научных основах механизмов действия ферментов	отсутствуют	знания	структурированные знания	ые систематические знания
Умения: решать задачи из раздела кинетики ферментативных реакций; обосновывать применимость тех или иных подходов для решения задач	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Владения: основными методами и подходами решения прямой и обратной задач ферментативной кинетики	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.

А. Основная литература:

1. С.Д. Варфоломеев. Химическая энзимология. - Москва: Издательский центр "Академия", 2005
2. И.В. Березин, С.Д. Варфоломеев. Биокинетика. - Москва: Наука, 1979
3. И.В. Березин, А.А. Клесов. Практический курс ферментативной кинетики. - Москва: МГУ, 1976
4. С.Д. Варфоломеев, Г.Ф. Судбина. Кинетика реакций с иммобилизованными ферментами. - Москва: Москва, 1980
5. А.А. Клесов, И.В. Березин. Ферментативный катализ. Часть 1. Специфичность ферментативного катализа. - Москва: МГУ, 1980
6. И.В. Березин, К. Мартинек. Основы физической химии ферментативного катализа. - Москва: Высшая школа, 1977
7. М. Диксон, Э. Уэбб. Ферменты. - т. 1, 2, 3, Москва: Мир, 1982
8. Л. Уэбб. Ингибиторы ферментов и метаболизма. - Москва: Мир, 1966
9. А.Б. Рубин, Н.Ф. Пытьева, Г.Ю. Ризниченко. Кинетика биологических процессов. - Москва: МГУ, 1977
10. Н.М. Эммануэль, И.В. Березин, С.Д. Варфоломеев (ред). Химическая и биологическая кинетика. - Москва: МГУ, 1983
11. Б.Н. Холоденко. Современная теория контроля метаболизма. - Итога науки и техники. Серия Биофизика, т. 32, Москва: ВИНТИ, 1991
12. Б.Н. Гольдштейн. Кинетические графы в энзимологии. - Москва: МГУ, 1989
13. S. Cha. A simple method for derivation of rate equations for enzyme-catalyzed reaction under rapid equilibrium assumption or combined assumption of equilibrium and steady-state. - т. V.243, № 4, J.Biol.Chem, 1968
14. П.В. Вржещ, С.Д. Варфоломеев. Стационарная кинетика многосубстратных ферментативных реакций. Инактивация фермента в процессе реакции. - Биохимия, т. 50, № 1, 1985

15. П.В. Вржещ. Стационарная кинетика многосубстратных ферментативных реакций. Ингибирование продуктами, обратимыми и необратимыми ингибиторами. - Биохимия, т. 53, № 10, 1988
16. П.В. Вржещ. Кинетическая модель бифункционального многосубстратного фермента. Стационарное приближение.. - Биохимия, т. 64, № 4, 1999
17. П.В. Вржещ. Интегральная кинетика многосубстратных ферментативных реакций. Критерии кинетического поведения и характеристические координаты для решения прямой и обратных задач. - Биохимия, т. 61, № 12, 1996
18. П.В. Вржещ, К.Г. Завада. Предстационарная и стационарная кинетика ферментативных реакций. - Москва: Макс-Пресс, 2004
19. П.В. Вржещ. Стационарная кинетика многосубстратных ферментативных реакций. - Москва: Макс-Пресс, 2003

- Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
- Описание материально-технического обеспечения.

А. Помещения: учебная аудитория на 40-50 мест.

Б. Оборудование: проектор, компьютер.