

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений

Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Кинетика ферментативного катализа»

Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) – Промышленная биотехнология

Тип задач профессиональной деятельности – производственно-технологический

Форма обучения – очная и заочная

Химико-технологический факультет

Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

Тверь 20__

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
доцент кафедры БХС

Е.В. Ожимкова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БХС
« ____ » _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

М.Г. Сульман

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А.Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Кинетика ферментативного катализа» является формирование у студентов системных знаний об основных кинетических закономерностях протекания ферментативных реакций.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение знаний о классификации, строении и функциях ферментов;
- овладение основными лабораторными методами выделения и очистки ферментов из биологического материала;
- формирование представления об общих и специфических особенностях кинетики ферментативных реакций;
- формирование представлений об особенностях современных биокатализаторов и основах инженерной энзимологии;
- формирование способности реализовывать биотехнологические процессы с учетом закономерностей протекания ферментативных реакций.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплине части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплин: «Органическая химия», «Химия биологически активных веществ», «Основы биохимии и молекулярной биологии».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: «Общая биотехнология», «Пищевая биотехнология», «Биотехнология переработки биомассы, получение продуктов сельскохозяйственного назначения», «Фармацевтическая биотехнология». Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-3. Способен подготовить оборудование, биологические объекты и материалы, питательные среды для осуществления биотехнологического процесса по получению БАВ.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-3.1. Демонстрирует знания в сфере ферментов, продуцентов, технологии получения биологически активных веществ, основ генной, клеточной и эмбриональной инженерии.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31.1. Основные свойства ферментов, методы их получения, очистки и правила хранения.

Уметь:

У1.1.Обоснованно подобрать биообъект и методы выделения и очистки для получения ферментов.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1.1. При работе с ферментными препаратами для определения их активности, специфичности и стабильности при хранении.

ИПК-3.2.*Владеет навыками подготовки и стерилизации посуды, оборудования, подготовки питательных сред и объектов для культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

32.1.Современные методы подготовки и стерилизации оборудования и питательных сред для культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных для получения ферментов.

Уметь:

У2.1. Обоснованно выбрать промышленные методы подготовки и стерилизации оборудования и питательных сред для культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных для получения ферментов.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП2.1. В области экстракции, очистки и определения активности ферментов, получаемых из различных биообъектов.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение лабораторных занятий; выполнение практических работ; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		75
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		30
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		33+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к лабораторным работам - подготовка к практическим занятиям		10 10
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		13+36(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		45
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		30

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		20
В том числе:		
Лекции		6
Практические занятия (ПЗ)		8
Лабораторные работы (ЛР)		6
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		115+9(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к лабораторным работам - подготовка к практическим занятиям		50 20 20
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)		25+9(экз)
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		не предусмотрен
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		14
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		8
Лабораторные работы (ЛР)		6

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Общие свойства ферментов. Классификация ферментов. Методы выделения и очистки ферментов	34	6	2	10	8+8(экз)
2	Стационарная кинетика. Факторы, влияющие на скорость ферментативной реакции	38	8	4	8	10+8(экз)
3	Ингибирование ферментов. Типы ингибирования	30	6	4	6	6+8(экз)
4	Предстационарная кинетика. Методы предстационарной кинетики	19	6	3	-	4+6(экз)
5	Инженерная энзимология. Имобилизованные ферменты. Создание биокатализаторов нового поколения	23	4	2	6	5+6(экз)
Всего на дисциплину		144	30	15	30	33+36(экз)

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Общие свойства ферментов. Классификация ферментов. Методы выделения и очистки ферментов	28	2	2	2	20+2(экз)
2	Стационарная кинетика. Факторы, влияющие на скорость ферментативной реакции	38	2	2	2	30+2(экз)
3	Ингибирование ферментов. Типы ингибирования	37	1	2	2	30+2(экз)
4	Предстационарная кинетика. Методы предстационарной кинетики	18	-	1	-	15+2(экз)
5	Инженерная энзимология. Имобилизованные ферменты. Создание биокатализаторов нового поколения	23	1	1	-	20+1(экз)
Всего на дисциплину		144	6	8	6	115+9(экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 ОБЩИЕ СВОЙСТВА ФЕРМЕНТОВ. КЛАССИФИКАЦИЯ ФЕРМЕНТОВ. МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ ФЕРМЕНТОВ

Понятие о ферментах как биологических катализаторах. Строение ферментов. Понятие о коферментах. Примеры коферментов. Понятие об активном центре фермента. Специфичность действия ферментов. Множественные формы ферментов и изоферменты. Способы активации ферментов. Классификация ферментов по типу структурной организации. Международная классификация ферментов. Номенклатура ферментов. Основные источники ферментов. Методы выделения и очистки ферментов. Правила работы с ферментами. Классификация ферментных препаратов. Критерии чистоты препаратов ферментов. Хранение ферментных препаратов.

МОДУЛЬ 2 СТАЦИОНАРНАЯ КИНЕТИКА. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ

Влияние концентрации фермента на скорость ферментативной реакции. Отклонения от линейности графика зависимости скорости реакции от концентрации фермента. Вогнутые кривые $V - [E]$. Выпуклые кривые $V - [E]$. Причины отклонения от линейности. Влияние концентрации субстрата на скорость ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Кинетика Михаэлиса – Ментен. Кинетика Бриггса – Холдейна. Физический смысл параметров уравнения Михаэлиса – Ментен. Графическое представление данных уравнения Михаэлиса – Ментен. Влияние температуры на скорость ферментативной реакции. Теплота инактивации фермента. Влияние температуры на скорость распада фермент-субстратного комплекса, на состояние ионизации фермента. Влияние pH на скорость ферментативной реакции. Зависимость активности фермента от pH. Оптимум действия фермента. pH-функции Михаэлиса.

МОДУЛЬ 3 ИНГИБИРОВАНИЕ ФЕРМЕНТОВ. ТИПЫ ИНГИБИРОВАНИЯ

Типы обратимого ингибирования. Конкурентное ингибирование. Неконкурентное ингибирование. Смешанное ингибирование. Бесконкурентное ингибирование. Необратимое ингибирование. Выявления различия в действии необратимых ингибиторов и неконкурентных ингибиторов. Методы определения необратимого ингибирования.

МОДУЛЬ 4 ПРЕСТАЦИОНАРНАЯ КИНЕТИКА. МЕТОДЫ ПРЕСТАЦИОНАРНОЙ КИНЕТИКИ

Возможности предстационарной кинетики. Методы предстационарной кинетики: методы быстрого смешивания реагентов и быстрого "замораживания" реакции (метод непрерывной струи, метод остановленной струи, метод быстрого "замораживания" струи, импульсный метод замороженной струи), релаксационные методы (метод температурного скачка, ядерный магнитный

резонанс), анализ предстационарной кинетики и кинетики релаксационных процессов.

МОДУЛЬ 5 ИНЖЕНЕРНАЯ ЭНЗИМОЛОГИЯ. ИММОБИЛИЗОВАННЫЕ ФЕРМЕНТЫ

Современная инженерная энзимология. Создание новых биокатализаторов. Иммуобилизованные ферменты: носители для иммобилизации ферментов, методы иммобилизации. Свойства адсорбированных и ковалентносшитых ферментов. Изменение рН-зависимости иммобилизованных ферментов. Ингибирование и активирование иммобилизованных ферментов. Стабильность иммобилизованных ферментов. Применение иммобилизованных ферментов. Иммуобилизованные полиферментные системы.

5.3. Лабораторные работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: экстракция и работа с ферментами из растительного материала	Изучение кинетики реакции окисления пирокатехина, катализируемой пероксидазой хрена	10
	Экстракция и определение активности сахаразы <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
	Экстракция, очистка и определение активности каталазы картофеля	
Модуль 2 Цель: исследование активностей ферментов	Определение активности протеазы почвы	8
	Определение амилалитической активности пророщенного зерна	
Модуль 3 Цель: изучение ингибирования ферментов	Изучение ингибирующего влияния L-аскорбиновой кислоты на полифенолоксидазы яблока	6
Модуль 5 Цель: изучение методов ингибирования ферментов	Иммобилизация пектофоептидина на слабокислотном катионите	6

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: экстракция и работа с ферментами из растительного материала	Изучение кинетики реакции окисления пирокатехина, катализируемой пероксидазой хрена	2
Модуль 2 Цель: исследование активностей ферментов	Определение активности протеазы почвы	2
	Определение амилалитической	

	активности пророщенного зерна	
Модуль 3 Цель: изучение ингибирования ферментов	Изучение ингибирующего влияния L-аскорбиновой кислоты на полифенолоксидазы яблока	2

5.4. Практические занятия ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: на основании литературных данных расширить знания о строении и функциях ферментов	Функции ферментов в живых организмах. Основные методы выделения и очистки ферментов	2
Модуль 2 Цель: изучение кинетических параметров ферментативных реакций	Графическое представление данных уравнения Михаэлиса – Ментен.	4
Модуль 3 Цель: на основании литературных данных расширить знания об ингибировании ферментов	Конкурентное ингибирование ферментов. Методы определения типа ингибирования ферментов.	4
Модуль 4 Цель: ознакомиться с методами предстационарной кинетики	Методы предстационарной кинетики	3
Модуль 5 Цель: на основании литературных данных расширить знания об иммобилизации ферментов	Иммобилизованные ферменты. Применение иммобилизованных ферментов в биотехнологических процессах. Носители для иммобилизации ферментов.	2

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4б. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: на основании литературных данных расширить знания о строении и функциях ферментов	Основные методы выделения и очистки ферментов	2
Модуль 2 Цель: изучение кинетических параметров ферментативных реакций	Графическое представление данных уравнения Михаэлиса – Ментен.	2
Модуль 3 Цель: на основании литературных данных расширить знания об ингибировании ферментов	Методы определения типа ингибирования ферментов.	2
Модуль 4 Цель: ознакомиться с методами предстационарной кинетики	Методы предстационарной кинетики	1

Модуль 5 Цель: на основании литературных данных расширить знания об иммобилизации ферментов	Иммобилизованные ферменты. Носители для иммобилизации ферментов.	2
--	---	---

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы бакалавров является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным и практическим занятиям; к текущему контролю успеваемости; подготовке к экзамену.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические и лабораторные занятия. В рамках дисциплины выполняются 7 лабораторных работ. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы лабораторных занятий. Оценивание осуществляется по содержанию и качеству выполненного задания путем проведения устного опроса.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Варфоломеев, С.Д. Химическая энзимология : учебник для студентов по спец. 011000 "Химия" и напр. 510500 "Химия" / С.Д. Варфоломеев. - Москва : Академия, 2005. - 472 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. : с. 468. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7695-2062-0- (ID=47815-6)

2. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник для хим., биолог.и мед. спец. вузов : в составе учебно-методического комплекса / Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. - 3-е изд. ; испр. - М. : Высшая школа, 2003. - 479 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 466 - 467. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-06-003720-7 - (ID=75060-40)

3. Комов, В.П. Биохимия : учебник для вузов по напр. 655500 "Биотехнология" : в составе учебно-методического комплекса / В.П. Комов, В.Н. Шведова. - Москва : Дрофа, 2004. - 639 с. : ил. - (Высшее образование. Современный учебник) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7107-5613-X - (ID=16489-28)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Ожимкова, Е.В. Биотехнологические аспекты получения биологически активных веществ : учеб.пособие : в составе учебно-методического комплекса / Е.В. Ожимкова, Е.А. Прутенская, Э.М. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0797-8 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/110789> . - (ID=110789-1)
2. Ожимкова, Е.В. Биотехнологические аспекты получения биологически активных веществ : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Е.В. Ожимкова, Е.А. Прутенская, Э.М. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - 151 с. : ил. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0797-8 : [б. ц.]. - (ID=110729-73)
3. Современная биотехнология: основные методы и направления развития : учебное пособие / Тверской государственный технический университет ; составители: О.В. Гребенникова, А.М. Сульман, Е.В. Ожимкова, М.Г. Сульман. - Тверь : ТвГТУ, 2022. - 160 с. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1227-9 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/150298> . - (ID=150298-1)
4. Современная биотехнология: основные методы и направления развития : учебное пособие / Тверской государственный технический университет ; составители: О.В. Гребенникова, А.М. Сульман, Е.В. Ожимкова, М.Г. Сульман. - Тверь : ТвГТУ, 2022. - 160 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1227-9 : 1369 p. - (ID=150393-22)
5. Ферменты: свойства, иммобилизация, применение : монография : в составе учебно-методического комплекса / А.И. Сидоров [и др.]; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - 139 с. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0557-8 - (ID=84683-67)

7.3. Методические материалы

1. Методы определения скоростей ферментативных реакций : метод. указания к практ. занятиям по курсу "Кинетика ферментативного катализа" по спец. 240901 Биотехнология и направлению 240700 Биотехнология. Прикл. биотехнология : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; сост.: Е.В. Ожимкова, Б.Б. Тихонов, Э.М. Сульман. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - 35 с. : ил. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - Текст : электронный. - 16 р. 60 к. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/95686> . - (ID=95686-46)
2. Методические основы клеточных технологий и перспективы их использования : практикум для самостоятельной работы / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: И.В. Ущাপовский, Е.В. Ожимкова. - Тверь :ТвГТУ, 2016. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/113215> . - (ID=113215-1).
3. Методические основы клеточных технологий и перспективы их использования : практикум для самостоятельной работы / Тверской гос. техн.

ун-т ; сост.: И.В. Ущাপовский, Е.В. Ожимкова. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - 23 с. - Текст : непосредственный. - 33 р. - (ID=113465-95)

4. Приложение к рабочей программе дисциплины по выбору вариативной части Блока 1 «Кинетика ферментативного катализа» направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология. Профиль – Промышленная биотехнология. Заочная форма обучения. Семестр 7 : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; разработ. Е.В. Ожимкова. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-ПП). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122295> . - (ID=122295-0)

5. Учебно-методический комплекс дисциплины по выбору вариативной части Блока 1 «Кинетика ферментативного катализа» направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология. Направленность (профиль) – Промышленная биотехнология : ФГОС 3++ / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; сост. Е.В. Ожимкова. - Тверь, 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122292> . - (ID=122292-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122292>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Кинетика ферментативного катализа» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

Для проведения лабораторного практикума используется специально оборудованная учебная лаборатория. В таблице 5 представлен рекомендуемый перечень материально-технического обеспечения лабораторного практикума по дисциплине.

Таблица 5. Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины

№ пп	Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины
	Лабораторное оборудование
1	Фотоэлектроколориметр КФК-2-УХЛ 4.2
2	рН-метр Анион 4100
3	Термостат
4	Весы технические
5	Весы аналитические
6	Шкаф суховоздушный
7	Водяная баня
8	Центрифуга
9	Мешалки лабораторные
10	Электроплитки
11	Стандартные наборы химических реактивов
12	Стандартные наборы химической стеклянной посуды
13	Стандартные наборы мерной стеклянной посуды
14	Стандартные наборы фарфоровой посуды

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:

1) Понятие о ферментах как биологических катализаторах. Строение ферментов.

2) Понятие о коферментах. Примеры коферментов. Понятие об активном центре фермента. Специфичность действия ферментов.

3) Множественные формы ферментов и изоферменты.

4) Способы активации ферментов.

5) Классификация ферментов по типу структурной организации. Международная классификация ферментов.

6) Номенклатуры ферментов.

7) Преимущества и недостатки различных источников ферментов.

8) Методы выделения и очистки ферментов. Правила работы с ферментами.

9) Классификация ферментных препаратов. Критерии чистоты препаратов ферментов.

10) Правила хранения ферментных препаратов.

11) Влияние концентрации фермента на скорость ферментативной реакции.

12) Отклонения от линейности графика зависимости скорости реакции от концентрации фермента. Вогнутые кривые $V - [E]$. Выпуклые кривые $V - [E]$. Причины отклонения от линейности.

13) Влияние концентрации субстрата на скорость ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса – Ментен.

14) Кинетика Михаэлиса – Ментен.

15) Кинетика Бриггса – Холдейна.

16) Физический смысл параметров уравнения Михаэлиса – Ментен.

17) Графическое представление данных уравнения Михаэлиса – Ментен.

18) Влияние температуры на скорость ферментативной реакции. Теплота инактивации фермента.

- 19) Влияние рН на скорость ферментативной реакции. Зависимость активности фермента от рН. Оптимум действия фермента.
- 20) рН-функции Михаэлиса.
- 21) Конкурентное ингибирование ферментов.
- 22) Неконкурентное ингибирование ферментов.
- 23) Смешанное ингибирование ферментов.
- 24) Бесконкурентное ингибирование ферментов.
- 25) Необратимое ингибирование ферментов. Выявления различия в действии необратимых ингибиторов и неконкурентных ингибиторов. Методы определения необратимого ингибирования.
- 26) Методы предстационарной кинетики.
- 27) Основные задачи современной инженерной энзимологии.
- 28) Имобилизованные ферменты: носители для иммобилизации ферментов, методы иммобилизации.
- 29) Изменение рН-зависимости иммобилизованных ферментов.
- 30) Ингибирование и активирование иммобилизованных ферментов.
- 31) Стабильность иммобилизованных ферментов. Применение иммобилизованных ферментов. Иммобилизованные полиферментные системы.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология
Профиль – Промышленная биотехнология
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»
Дисциплина «Кинетика ферментативного катализа»
Семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Основные методы выделения и очистки ферментов.
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Графическое представление данных уравнения Михаэлиса – Ментен.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Для некоторой ферментативной реакции константа Михаэлиса равна 35 моль/м³. Скорость реакции при концентрации субстрата 0,110 моль/л равна $1,15 \cdot 10^{-3}$ моль/(л·с). Найдите скорость реакции при избытке субстрата.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» - при сумме баллов 4;
- «удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: доц. кафедры БХС

Е.В. Ожимкова

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман