



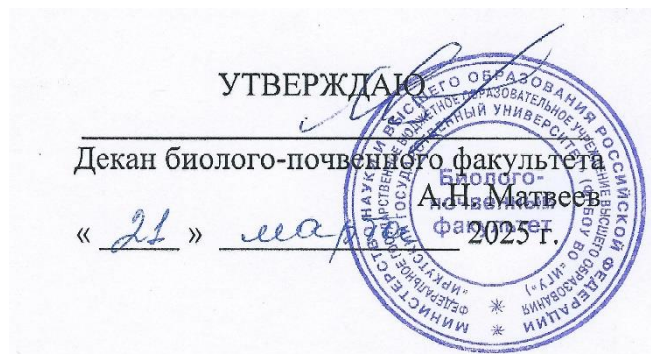
## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики**



### Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.12 «**Инженерная энзимология**»

Специальность: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного  
факультета

Протокол № 5 от 21 марта 2025 г.

Председатель А.Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической  
биологии, биоинженерии и биоинформатики

Протокол № 12 от 19 марта 2025 г.

Зав. кафедрой В.П. Саловарова

Иркутск 2025 г.

## Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины .....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины .....	3
IV. Содержание и структура дисциплины .....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	6
4.3 Содержание учебного материала .....	9
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	11
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	12
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	13
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	14
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	15
а) перечень литературы .....	15
б) периодические издания .....	18
в) список авторских методических разработок .....	18
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	18
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	19
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	19
6.2. Программное обеспечение .....	19
6.3. Технические и электронные средства обучения .....	19
VII. Образовательные технологии .....	20
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации .....	20

## **I. Цели и задачи дисциплины:**

Цель дисциплины заключается в формировании системы знаний об актуальных проблемах инженерной энзимологии, основах действия ферментов, особенностях ферментативного катализа, основах инженерного моделирования ферментов.

Задачи:

- сформировать представление о современном состоянии и перспективах развития инженерной энзимологии;
- ознакомить с основными концепциями биокатализа, ферментативной кинетикой;
- дать характеристику организации ферментов, инженерному моделированию ферментов;
- научить умению самостоятельного поиска и анализа информации, использованию ее в процессе научно-практической деятельности.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.12 «Инженерная энзимология» относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается на 4 курсе, в 7 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами учебных программ специалитета «Общая биология», «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физика», «Основы аналитической, физической и коллоидной химия», «Биохимия», «Физико-химические методы исследований», «Биофизика».

*Требования к входным знаниям:*

1. Знание основ физики, математики, химии, биохимии, и ряда биологических дисциплин, которые создают необходимую теоретическую базу и практические навыки для понимания и осмысления положений, излагаемых в данном курсе.
2. Структурную организацию и механизм действия ферментов.
3. Классификацию ферментов.
4. Регуляцию и секрецию ферментов.
5. Роль кофакторов и коферментов в ферментативном катализе.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Биотехнология лекарственных средств, Большой практикум по профилю, Биоинженерные технологии в медицине, Нанобиоаналитические системы, Производственная практика, Преддипломная практика.

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»:

ПК-2: Способен планировать, организовывать и контролировать проведение исследований, выбирать методы и средства решения поставленных задач, строить математические модели, осваивать новые информационные и программные ресурсы, получать научные результаты с использованием современных методов, оборудования, вычислительных комплексов в области своей профессиональной деятельности, готовить тексты отчетной документации и публикаций.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<p>ПК-2: Способен планировать, организовывать и контролировать проведение исследований, выбирать методы и средства решения поставленных задач, строить математические модели, осваивать новые информационные и программные ресурсы, получать научные результаты с использованием современных методов, оборудования, вычислительных комплексов в области своей профессиональной деятельности, готовить тексты отчетной документации и публикаций.</p>	<p><i>ИДК ПК-2.1</i> <b>Знать:</b> классические и современные методы исследований, при реализации научных проектов применяет информационные ресурсы и базы данных, методы формализации и решения задач, анализа научных результатов</p>	<p>Знает классические и современные методы исследований, при реализации научных проектов применяет информационные ресурсы и базы данных, методы формализации и решения задач, анализа научных результатов</p>
	<p><i>ИДК ПК 2.2</i> <b>Уметь:</b> профессионально работать с исследовательским, испытательным оборудованием и установками, вычислительными комплексами, специализированными пакетами программ</p>	<p>Способен профессионально работать с исследовательским, испытательным оборудованием и установками, вычислительными комплексами, специализированными пакетами программ</p>
	<p><i>ИДК ПК 2.3</i> <b>Владеть:</b> статистическими методами обработки экспериментальных результатов; способен находить и осваивать новые программные ресурсы и применять прикладные компьютерные программные комплексы; представлять результаты исследований и разработок в виде отчетов, докладов, публикаций в научных изданиях.</p>	<p>Владет статистическими методами обработки экспериментальных результатов; способен находить и осваивать новые программные ресурсы и применять прикладные компьютерные программные комплексы; представлять результаты исследований и разработок в виде отчетов, докладов, публикаций в научных изданиях.</p>

#### IV.СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 17 часов.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся , практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельн ая работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися		Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Научные и практические аспекты инженерной энзимологии	7	13		3	3		7	Контрольные вопросы и задачи
2	Понятие о ферментах и ферментных препаратах. Источники ферментов. Технология ферментных препаратов. Получение ферментных препаратов из сырья растительного и животного происхождения, с помощью микроорганизмов. Методы выделения и очистки.	7	13		3	3		7	Контрольные вопросы и задачи
3	Основные концепции биокатализа	7	13		3	3		7	Контр. вопр. и задачи, защита

									отчета, презентация доклада
<b>4</b>	Ферментативная кинетика	7	14		3	3	1	7	Контр. вопр. и задачи, защита отчета, презентация доклада
<b>5</b>	Химия протеолиза	7	13		3	3		7	Контр. вопр. и задачи, защита отчета, презентация доклада
<b>6</b>	Основы моделирования ферментов	7	13		3	3		7	Контр. вопр. и задачи, защита отчета, презентация доклада

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
7	Научные и практические аспекты инженерной энзимологии	Работа с литературой и интернет-источниками	1, 2	7	Контрольные вопросы и задачи	Раздел 5 а-г настоящей программы

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
7	Понятие о ферментах и ферментных препаратах. Источники ферментов. Технология ферментных препаратов. Получение ферментных препаратов из сырья растительного и животного происхождения, с помощью микроорганизмов. Методы выделения и очистки.	Работа с литературой и интернет-источниками	3, 4, 5	7	Контрольные вопросы и задачи	Раздел 5 а-г настоящей программы
7	Основные концепции биокатализа	Работа с литературой и интернет-источниками	6, 7, 8	7	Контр. вопр. и задачи, защита отчета, презентация доклада	Раздел 5 а-г настоящей программы
7	Ферментативная кинетика	Работа с литературой и интернет-источниками	9-11	7	Контр. вопр. и задачи, защита отчета, презентация доклада	Раздел 5 а-г настоящей программы
7	Химия протеолиза	Работа с литературой и интернет-источниками	12-14	7	Контр. вопр. и задачи, защита отчета, презентация доклада	Раздел 5 а-г настоящей программы

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
7	Основы моделирования ферментов	Работа с литературой и интернет-источниками	15-16	7	Контр. вопр. и задачи, защита отчета, презентация доклада	Раздел 5 а-г настоящей программы
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – <b>42</b>						



## **4.3 Содержание учебного материала**

### **Содержание разделов и тем дисциплины**

#### **Тема 1. Научные и практические аспекты инженерной энзимологии**

Предмет «Инженерная энзимология» его цели и задачи, значение. История развития, вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие энзимологии. Перспективы развития энзимологии. Роль ферментов в биогенных системах. Фермент – составная часть метаболического процесса. Многообразие ферментов, их общие и специфические свойства. Особенности действия ферментов: высокая эффективность, специфичность, мягкие условия протекания реакции, способность к регуляции. Классификация ферментов. Международная классификация ферментов (КФ). Общая характеристика основных классов ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы (синтетазы). Систематическое и тривиальное название фермента. Изоферменты, мультимолекулярные ферментные системы, зимогены. Рибозимы и каталитические антитела (абзимы). Имобилизованные ферменты. Локализация ферментов в клетке. Значение энзимологии для биологии, медицины, промышленности и сельского хозяйства.

#### **Тема 2. Понятие о ферментах и ферментных препаратах.**

Источники ферментов. Технология ферментных препаратов. Получение ферментных препаратов из сырья растительного и животного происхождения, с помощью микроорганизмов. Методы выделения и очистки.

#### **Тема 3. Основные концепции биокатализа**

Представление о способах понижения ферментом активационного барьера химической реакции. Диаграмма зависимости энергии системы от координаты реакции. Концепции биокатализа. Гипотетические концепции напряжения и деформации. Основные положения и характерные черты. Концепция индуцированного соответствия Д. Кошланда. Основные постулаты и понятия, динамическая комплементарность фермента и субстрата, факторы катализа. Концепция стабилизации переходного состояния. Отличие от концепций дестабилизации основного состояния, экспериментальные подтверждения, примеры.

#### **Тема 4. Ферментативная кинетика**

Основные кинетические кривые. Стадии ферментативной реакции. Понятие начальной скорости. Принцип стационарности. Зависимость начальной скорости реакции от концентрации субстрата в кинетике Михаэлиса. Фермент-субстратный комплекс. Форма кинетической кривой. Кинетика Михаэлиса-Ментен. Основное уравнение для начальной скорости реакции. Физический смысл констант. Линеаризация основного уравнения. Практическая значимость. Примеры. Ингибирование. Типы ингибирования. Влияние ингибиторов на форму кинетических кривых. Примеры ковалентных и нековалентных ингибиторов протеиназ. Структурные формулы ингибиторов и принципы ингибирования.

#### **Тема 5. Химия протеолиза**

Молекулярные механизмы действия протеиназ. Типы катализа протеиназами. Классификация протеиназ по типу катализа и строению активного центра. Молекулярный механизм действия трипсина. Понятие о ковалентном типе катализа. Стереохимические особенности отдельных стадий каталитической реакции. Ацилфермент при катализе протеиназами. Строение, получение, реакция транспептидации. Молекулярный механизм действия пепсина. Понятие об общем катализе. Стереохимические особенности стадий каталитической реакции под действием пепсина. Молекулярный механизм действия лизоцима. Стереохимические особенности стадий каталитической реакции под действием лизоцима. Молекулярный механизм действия аспаратаминотрансферазы.

#### **Тема 6. Основы моделирования ферментов**

Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов, оценка стереохимической продуктивности фермент-субстратных комплексов. Моделирование по гомологии.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Предмет «Инженерная энзимология» его цели и задачи, значение.	7	7	тестирование	<b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
2	Тема 2	Понятие о ферментах и ферментных препаратах. Источники ферментов. Технология ферментных препаратов. Получение ферментных препаратов из сырья растительного и животного происхождения, с помощью микроорганизмов. Методы выделения и очистки.	7	7	тестирование	<b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
3	Тема 3	Концепция стабилизации переходного состояния	7	7	тестирование	<b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
4	Тема 4	Основные кинетические кривые.	7	7	тестирование	<b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
5	Тема 5	Молекулярные механизмы действия протеиназ.	7	7	тестирование	<b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
6	Тема 6	Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов	7	7	тестирование	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Предмет «Инженерная энзимология» его цели и задачи, значение.	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-2	<b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3

2.	Понятие о ферментах и ферментных препаратах. Источники ферментов. Технология ферментных препаратов. Получение ферментных препаратов из сырья растительного и животного происхождения, с помощью микроорганизмов. Методы выделения и очистки.	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-2	<b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i>
3.	Концепция стабилизации переходного состояния	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-2	<b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i>
	Основные кинетические кривые.	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-2	<b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i>
	Молекулярные механизмы действия протеиназ.	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-2	<b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i>
	Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-2	<b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i>

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Инженерная энзимология» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекции.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции.
- Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.).
- Написание рефератов, подготовка докладов.
- Подготовка к тестированию.
- Подготовка к зачету.

*Письменные работы.* Для изучения тем, не изложенных в лекции, рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых систем. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме. Качество выполненной работы оценивается в ходе обсуждения данных вопросов при проведении коллоквиума по соответствующей теме (см. п. 4.3.1).

*Реферат* – форма письменной работы, которую рекомендуется применять при освоении вариативных (профильных) дисциплин профессионального цикла. Представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, литературы по определенной теме. Объем реферата может достигать 15-20 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение

студентом нескольких литературных источников (учебников, монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

Самостоятельная работа студента предусматривает совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования: углубление и расширение знаний по предмету. Ниже представлены варианты самостоятельной работы студентов:

1. изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой, но не изложенного в лекциях;
2. подготовка к устному опросу на практических занятиях;
3. подготовка к текущим контрольным мероприятиям (контрольные работы, тестированию и зачету);
4. написание рефератов.

*Темы для самостоятельной работы*

1. Дисциплина «Инженерная энзимология», её цели и задачи, значение.
2. Природа и характеристика межатомных типов взаимодействий в фермент-субстратных комплексах; зависимость типов взаимодействий от расстояния между атомами и молекулярного окружения.
  1. Концепция стабилизации переходного состояния
  2. Основные кинетические кривые.
  3. Молекулярные механизмы действия протеиназ.
  4. Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов

**4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов):** не предусмотрены учебным планом.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) перечень литературы**

1. Биохимия: учеб. для вузов / В.П. Комов, В.Н. Шведова. – 3-е изд. – М.: Дрофа, 2008. – 638 с. - ISBN 978-5-358-04872-0 (50 экз.).
2. Уилсон К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Дж Уолкер. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 848 с. - (Методы в биологии). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2126-1+
3. Плакунов В.К. Основы динамической биохимии [Текст] : [учебник] / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. - Москва : Логос, 2010. - 216 с. - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-98704-493-3+
4. Плакунов В.К. Основы энзимологии [Текст] : учеб. пособие / В.К. Плакунов ; В.К.Плакунов. - М. : Логос, 2001. - 127 с. - ISBN 5-9401-0027-9 (17 экз.)+

Кроме этого, студентам рекомендуется изучение периодических научных изданий: «Биологические мембраны», «Биохимия», «Биофизика», «Биотехнология», «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», «Известия РАН. Серия биологическая », «Микробиология», «Молекулярная биология», «Прикладная биохимия и микробиология».

### **в) программное обеспечение**

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.

Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет версия международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и биомедицинских исследований. Статьи в pdf-формате.
2. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
3. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
4. <http://6years.net/index.php> - портал бесплатной медицинской информации, содержит большое количество книг, учебных пособий биохимической и биофизической направленности.
5. <http://molbiol.ru/protocol/> - описание большого количества физико-химических и молекулярно-генетических методов.
6. <http://www.uspto.gov/> - просмотр патентов на United States Patents and Trademark office.
7. <http://www.molecularcloning.com/> - протоколы методов A Laboratory Manual. Joseph Sambrook and David W. Russell.
8. <http://www.protocol-online.org/> - Сайт содержит хорошо структурированную коллекцию ссылок на протоколы методов (в основном, различных лабораторий). Имеется тематический форум.
9. [http://www.donnu.edu.ua/chem/student/methodic/phys\\_methods/](http://www.donnu.edu.ua/chem/student/methodic/phys_methods/) - книга А.Н. Шендрика «Инструментальные методы исследования в биохимии»
10. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
11. ЭБС «Рукопт».. Адрес доступа <http://rucont.ru/>
12. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
13. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Инженерная энзимология» базируется на следующих ресурсах:

- Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 66 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Инженерная энзимология»: проектор Epson EB-X03, экран Digis; *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Инженерная энзимология»: презентации в количестве 5 шт.

- Аудитория для проведения занятий лабораторного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универс. двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт., весы аналитические HR-200 – 1 шт., весы лабораторные OHAUS – 2 шт., рефрактометр ИРФ 454Б2М – 1 шт., рефрактометр УРП – 1 шт., фотоэлектрокалориметр КФ 77 – 1шт., центрифуга лабораторная ОПК-8 – 1 шт., центрифуга лабор-я, медицин-я, настольная ЦЛн 16 с микропроцессорной системой управл – 1 шт., спектрофотометр СФ-2000, ферментер Minifors Spreso бактериальный – 1шт., термостат WB4MS водный /с перемешиванием/ - 1 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 1 шт., служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Инженерная энзимология»

- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована *техническими средствами обучения*: Системный блок Pentium G850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок Pentium D 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ G955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVedia Ecot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: *специализированной мебелью* на 8 посадочных мест; Вытяжной шкаф – 1шт., Ламинарный шкаф – 2 шт., Термостат ТС-80 – 2 шт., Лабораторный стол металлический – 3 шт., Лабораторный стол с резиновой поверхностью – 2 шт., Холодильник «Атлант» – 1шт. Микроскоп монокулярный – 8 шт, Микроскоп "Биолам"-1 шт., Стерилизатор паровой ВК-75 ПТ "ТЗМОИ" – 1шт., Пипетка автоматическая Ленпипет 0,5-10 мл"-1 шт., Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870T тринокуляр"-1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт., Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт.

*Лаборатория биохимии и биотехнологии*

Хроматограф жидкостный микроколоночный "Милихром-6"; Нанофотометр Pearl - 1шт; Ферментер Minifors Spreso бактериальный-1шт; служащими для представления учебной информации по дисциплине «Инженерная энзимология»

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы дисциплины используются как стандартные методы обучения, так и интерактивные формы проведения занятий, доля которых составляет не менее 25 % аудиторных занятий. Доля лекционных занятий по дисциплине составляет 48 % от аудиторной нагрузки.

*Стандартные методы обучения:*

- Информационная лекция
- Лабораторные занятия, предназначенные для практического освоения студентами наиболее востребованных в биологии физико-химических методов;
- Самостоятельная работа студентов;
- Консультации преподавателя;
- Подготовка ответов на контрольные вопросы и решение расчетных задач;

*Обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:*

- кейс-метод – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной деятельности (разбор конкретных ситуаций);
- информационно-коммуникационные образовательные технологии – лекция-визуализация, представление результатов деятельности (рефератов и отчетов по лабораторным работам) с использованием специализированных программных сред.

## VIII. Оценочные материалы для входного контроля

*Тестовые задания для входного контроля*

1. Аминокислоты в водном растворе при значениях pH, близких к нейтральным, содержат: а) ионизированную аминогруппу; б) протонированную карбоксильную группу; в) протонированную аминогруппу; г) ионизированную карбоксильную группу
2. Пептидная связь, образующая первичную структуру белков является: а) ковалентной; б) ионной; в) водородной; г) Ван-дер-ваальсовой
3. Какие связи образуют  $\alpha$ -спираль во вторичной структуре белка? а) Ван-дер-Ваальса; б) гидрофобные; в) пептидные; г) водородные
4. Какие факторы могут вызывать необратимую денатурацию белка? а) взаимодействие с лигандом; б) ограниченный протеолиз; в) действие солей тяжелых металлов г) изменение конформации белков за счет химической модификации
5. Из пуриновых оснований в нуклеиновых кислотах обнаружены: а) аденин; б) Тимин; в) урацил; г) цитозин
6. Среди перечисленных соединений укажите электролиты: а) NaOH; б) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>; в) HCl; г) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH; д) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>
7. Какой элемент имеет только отрицательную степень окисления? а) кислород; б) неон; в) углерод; г) литий; д) фтор
8. При нагревании скорость химической реакции: а) уменьшается; б) не меняется; в) сначала возрастает, потом падает; г) возрастает
9. Равновесие реакции смещается в сторону образования продуктов реакции при: а) увеличении концентрации исходных веществ; б) уменьшении концентрации исходных веществ; в) увеличении концентрации продуктов реакции; г) неизменных концентрациях всех веществ
10. Универсальная газовая постоянная – это работа, которую совершит при увеличении температуры на 1К в изобарном процессе: а) 1 кг газа; б) 1 кмоль газа; в) 1 м<sup>3</sup> газа; г) 1 литр газа.
11. Выберите наиболее правильное определение: показатель pH - это: а) концентрация протонов в растворе; б) концентрация гидроксил-анионов в растворе; в) логарифм концентрации протонов в растворе; г) обратный логарифм концентрации протонов в растворе

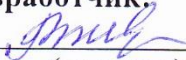
12. К нуклеозидмонофосфатам относится: а) АТР; б) АМР; в) ТМР; г) СТР
13. По правилу Вант-Гоффа скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза при:  
а) наличии катализатора; б) повышении температуры; в) повышении давления; г) понижении температуры
14. Массовая доля водорода меньше всего в веществе, формула которого: а)  $\text{CH}_4$ ; б)  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ; в)  $\text{C}_2\text{H}_2$ ; г)  $\text{C}_2\text{H}_6$
15. Количество (моль) катионов и анионов, образующихся при полной диссоциации 1 моль фосфата натрия, соответственно равно: а) 1 и 3; б) 1 и 4; в) 4 и 1; г) 1 и 1
16. Направление окислительно-восстановительной реакции:  $\text{Fe}^{3+} + \text{I}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ , протекающей при стандартных условиях:  $E^0: \text{I}_2 / \text{I}^- = +0.536\text{В}$ ;  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = +0.771\text{В}$ ; а) вправо; б) влево; в) реакция равновесна; г) этих данных недостаточно для определения направления реакции
17. Единицы измерения скорости химической реакции: а)  $\text{моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ ; б)  $\text{л} \cdot \text{моль}^{-1}$ ; в)  $\text{с} \cdot \text{моль}^{-1}$ ; г)  $\text{моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$
18. Выражение "Раствор с массовой долей 3%" означает: а) в 100 г воды растворено 3 г соли; б) в 97 г воды растворено 3 г соли; в) в 103 г раствора содержится 3 г соли.
19. Водные растворы электролитов проводят электрический ток за счет: а) катионов и электронов; б) анионов и электронов; в) только электронов; г) катионов и анионов
20. Вещества, которые при диссоциации в воде в качестве катионов образуют только ионы водорода, называются: а) щелочами; б) кислыми солями; в) кислотами; г) амфотерными гидроксидами
21. На катоде обычно протекают процессы: а) окисления; б) восстановления; в) диссоциации электролитов на ионы.
22. Буферным свойством обладает смесь: а)  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; б)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; в)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и  $\text{HNO}_3$ ; г)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и  $\text{CuCl}_2$

### **Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

Форма промежуточной аттестации - **экзамен**. ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенции ПК-2 заявленной в п. III.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля. Студенты, имеющие задолженность по текущему контролю, должны выполнить все обязательные виды деятельности по учебному плану, и только затем допускаются к сдаче экзамена. Экзамен проводится в форме тестирования.

Разработчик:

 доцент Михайленко В.Л.  
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 19.03.2025 г. протокол № 12.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Саловарова 

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**