Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра биохимии и микробиологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.3 Энзимология»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

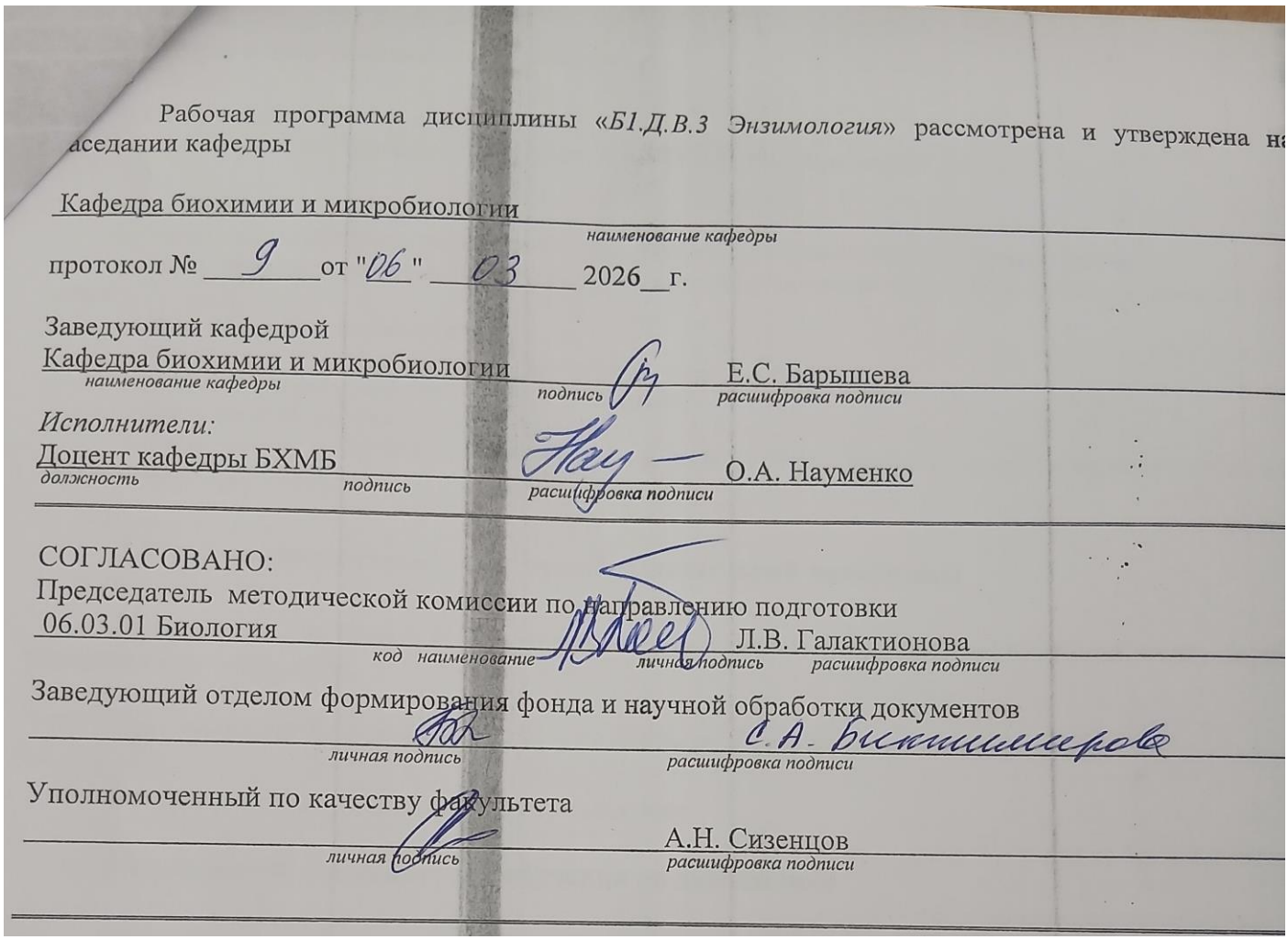
Направление подготовки
06.03.01 Биология
(код и наименование направления подготовки)

Прикладная биология
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026



Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.3 Энзимология*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биохимии и микробиологии
наименование кафедры

протокол № 9 от "06" 03 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра биохимии и микробиологии — подпись — Е.С. Барышева
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры БХМБ — О.А. Науменко
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
06.03.01 Биология — Л.В. Галактионова
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
личная подпись А.Н. Сизенцов
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Науменко О.А., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины:
- формирование представлений о ферментах, как биологических катализаторах;

Задачи:
- иметь представление о механизмах формирования пространственной структуры белка;
- знать функциональные группы ферментов, принципы пространственной организации молекулы фермента,
- классификацию ферментов;
- структуру и механизм действия ферментов отдельных групп,
- разные типы регуляции активности ферментов;
- уметь выделять белки для исследования;
- иметь навыки по приготовлению экстрактов, очистке белков методом центрифугирования и определению активности ферментов;

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.23 Анатомия и физиология позвоночных*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8-В-3 Идентифицирует угрозы (опасности) природного и техногенного происхождения для жизнедеятельности человека и природной среды	**Знать:** угрозы (опасности) природного и техногенного происхождения для жизнедеятельности человека и природной среды при работе с белками ферментами **Уметь:** обеспечивать безопасные условия при работе с энзимами **Владеть:** безопасными для жизни и здоровья навыками по приготовлению экстрактов, очистке белков методом центрифугирования и определению активности ферментов; ...
ПК*-2 Способен применять	ПК*-2-В-1 Использует широкий спектр	**Знать: методы** обработки

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований	обработки и анализа результатов, полученных с применением зоологических, цитологических, ботанических, экологических методов	и анализа результатов, полученных с применением белков ферментов **Уметь:** анализировать результаты определения активности ферментов и рассчитывать кинетические параметры ферментативных реакций **Владеть:** методами определения и расчета активности ферментов
ПК*-3 Готов применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии	ПК*-3-В-2 Способен применять на практике методы оценки экологического состояния территорий и современные методы биоремедиации окружающей среды	**Знать:** методы оценки экологического состояния территорий и современные методы биоремедиации окружающей среды с использованием белков ферментов **Уметь:** уметь выделять белки для исследования; **Владеть:** навыками по приготовлению экстрактов, очистке белков методом центрифугирования и определению активности ферментов

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**34,25**	**34,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);* *- написание реферата (Р);*	**109,75**	**109,75**

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к практическим занятиям;*		
Вид итогового контроля	**диф. зач.**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие принципы структурной организации белков и молекулярные механизмы их сворачивания в функционально активную конформацию	82	10	12		60
2	Механизмы регуляции активности ферментов	62	8	4		50
	Итого:	144	18	16		110
	Всего:	144	18	16		110

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Общие принципы структурной организации белков и молекулярные механизмы их сворачивания в функционально активную конформацию

Введение в дисциплину «Энзимология». Определение энзимологии как науки. История открытия ферментов.

Номенклатура и классификация ферментов. Химическая природа и строение ферментов.

Простые (мономеры) и сложные ферменты (олигомеры).

Номенклатура ферментов, объединенных в 6 основных классов согласно их функциональным характеристикам.

Правила техники безопасности в биохимической лаборатории. Методы подготовки исследуемых образцов для биохимических исследований.

Структура белковой молекулы. Первичная, вторичная и супервторичная структура белка. Типы комбинаций элементов вторичной структуры для образования различных мотивов.

Третичная структура белка фермента, как основа его функционирования.

Понятие о доменах и активном центре фермента.

Структура олигомерных ферментов. Понятие об изоферментах.

Надмолекулярная организация ферментов.

Мультиферментные комплексы, мультиферментные ансамбли (метаболоны), мультиферментные коньюгаты. Их структурная и функциональная характеристика.

Кофакторы в составе сложных ферментов

Кофакторы. Природа кофакторов. Понятие о коферментах. Роль кофакторов в работе ферментов. Механизм взаимодействия кофактора с субстратом.

Принципы пространственной организации белковой молекулы. Характеристика сил, стабилизирующих третичную структуру белка.

Термодинамика формирования третичной структуры белка. Роль водородных, гидрофобных, Ван-дер-Ваальсовых, электростатических и дисульфидных связей в стабилизации нативной глобулы. Значение растворителя – воды в образовании третичной структуры белка.

Выделение белков из растительного и животного сырья для исследования, по гомогенизации биоматериала, по приготовлению экстрактов, очистке белков методом центрифугирования и фильтрования, методы определения активности ферментов.

Механизм формирования пространственной структуры белка. Парадокс Левинталя. Стадии сворачивания белка. Иерархический принцип сворачивания. Промежуточные состояния в процессе организации нативной конформации;

Роль ферментов пептидил-пролил-цис/трансизомеразы и протеиндисульфид-изомеразы в регуляции скорости сворачивания белка.

Механизм защиты частично свернутого белка от неспецифической агрегации. Роль белков «теплового шока» (гистонов) в регуляции сворачивания белка. Шапероны и шаперонины. Классификация и функциональная роль шаперонинов hsp 10, hsp 60 в синтезе белка. Роль hsp 70 в процессе сворачивания белка.

Доменная организация молекулы белка-фермента. Структурная и функциональная характеристика доменов

Активный центр фермента и его роль в ферментативном катализе. Структура активного центра фермента. Формирование активного центра фермента Локализация активного центра фермента. Физико-химические свойства среды активного центра молекулы белка-фермента.

...

Раздел 2 Механизмы регуляции активности ферментов

Виды механизмов регуляции. Интенсивные и экстенсивные.

Необратимая ковалентная модификация (ограниченный протеолиз).

Активаторы и ингибиторы. Обратимая ковалентная модификация. Виды ингибирования.

Конкурентное, бесконкурентное, смешанное ингибирование.

Регуляция активности ферментов без ковалентного связывания. Аллостерический, диссоциативный и абсорбционный механизмы.

4.4 Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Номенклатура и классификация ферментов, объединенных в 6 основных классов согласно их функциональным характеристикам.	2
2	1	Простые (мономеры) и сложные ферменты (олигомеры). Строение. Структура олигомерных ферментов. Понятие об изоферментах. Кофакторы в составе сложных ферментов Кофакторы. Природа кофакторов. Понятие о коферментах. Роль кофакторов в работе ферментов. Механизм взаимодействия кофактора с субстратом.	2
3	1	Надмолекулярная организация ферментов. Мультиферментные комплексы, мультиферментные ансамбли (метаболоны), мультиферментные коньюгаты. Их структурная и функциональная характеристика.	2
4	1	Механизм формирования пространственной структуры белка. Парадокс Левинталя. Стадии сворачивания белка. Иерархический принцип сворачивания. Промежуточные состояния в процессе организации нативной конформации; Принципы пространственной организации белковой молекулы. Характеристика связей, стабилизирующих третичную структуру белка. Термодинамика формирования третичной структуры белка. Роль водородных, гидрофобных, Ван-дер-Ваальсовых, электростатических и дисульфидных связей в стабилизации на-	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		тивной глобулы. Значение растворителя – воды в образовании третичной структуры белка.	
5	1	Роль ферментов пептидил-пролил-цис/трансизомеразы и протеиндисульфид-изомеразы в регуляции скорости сворачивания белка. Механизм защиты частично свернутого белка от неспецифической агрегации. Роль белков «теплового шока» (гистонов) в регуляции сворачивания белка. Шапероны и шаперонины. Классификация и функциональная роль шаперонинов hsp 10, hsp 60 в синтезе белка. Роль hsp 70 в процессе сворачивания белка.	2
6	2	Виды механизмов регуляции активности ферментов. Необратимая ковалентная модификация ферментов (ограниченный протеолиз).Интенсивные и экстенсивные Аллостерический механизм регуляции активности ферментов без ковалентной модификации.	2
7	2	Диссоциативный механизм регуляции активности ферментов без ковалентной модификации.	2
8	2	Адсорбционный механизм регуляции активности ферментов без ковалентной модификации.	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Биохимия [Текст] : учеб.для студентов мед. вузов / под ред. Е. С. Северина.- 5-е изд. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 766 с. : ил. - Прил. : с. 735-760. - Предм. указ.: с. 748-760. - ISBN 978-5-9704-1195-7.

2. Комов, В. П. Биохимия [Текст] : учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова.- 2-е изд., испр. - М. : Дрофа, 2006. - 638 с. - (Высшее образование. Современный учебник). - Предм. указ.: с. 620-630. - ISBN 5-358-01012-2.

3. Клиническая биохимия [Текст] : учеб. пособие для студентов мед. вузов / под ред. В. А. Ткачука .- 3-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 462 с. : ил.. - Библиогр.: с. 430. - Предм. указ.: с. 451-454. - ISBN 978-5-9704-0733-2.

5.2 Дополнительная литература

1. Барышева, Е. С. Теоретические основы биохимии [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности "Биохимия" для направления подготовки бакалавров "Биология" / Е. С. Барышева, О. В. Баранова, Т. В. Гамбург; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 14.80 Мб). - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2011. - 362 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/11_20110615.pdf. - ■ гос. регистрации 0321102524.
2. Биохимия [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки (специальностям): 06.05.01 - Биоинженерия и биоинформатика / Е. С. Барышева [и др.]; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. биохимии и микробиологии. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.43 Мб). - Москва :

Академия Естествознания, 2020. - 90 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 5.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/133314_20201110.pdf - ISBN 978-5-91327-638-4.
3. Науменко, О. А. Инженерная энзимология [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика / О. А. Науменко, Е. С. Барышева, Е. В. Бибарцева; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.99 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2021. - 182 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 7.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/140449_20210304.pdf
4. Науменко, О. А. Энзимология [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология / сост. О. А. Науменко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. биохимии и микробиологии. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.63 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2023. - 28 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/189773_20230623.pdf

5.3 Периодические издания

1. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2020, 2021, 2022.
2. Журнал неорганической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018.
3. Журнал физической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2020.
4. Клиническая лабораторная диагностика : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018.
5. Почвоведение : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2020.
6. Прикладная биохимия и микробиология : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2020.
7. Химическая промышленность сегодня : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2020.

5.4 Интернет-ресурсы

1. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2024]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2024].
3. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей
4. Онлайновая версия научно-популярного проекта «Элементы», целью которого является популяризация науки. Режим доступа: http://elementy.ru/
5. Научно-популярный сайт, посвящённый молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии. Режим доступа: http://biomolecula.ru/
6. Научно-популярный журнал «Мембрана» – площадка для обмена информацией о технологиях, которые меняют жизнь, посвященная победам науки, достижениям техники, прорывам в дизайне, открытиям в медицине, успехам в бизнесе. Режим доступа: http://www.membrana.ru/
7. Барышева, Е. С. Биохимия мышечной деятельности [Электронный ресурс] : электронный курс в системе Moodle / Е. С. Барышева, А. Н. Сизенцов; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2019. - 5 с- Загл. с тит. экрана.

Онлайн-лекции

Барышева, Е. С. Биохимия мышечного сокращения [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / Е. С. Барышева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 11.63 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2012. - 5 с. - Загл. с тит. экрана. - Архиватор 7-Zip. - Режим доступа: http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=724

https://old.mipt.ru/online/#view.php?search&chair=0&course=2356&teacher=0&semester=0&embedded=1&id=314&searchpage=0

Московский физико-технический институт, Курс «Молекулярная биология»;

https://old.mipt.ru/online/#search.php?search=&course=729&chair=0&teacher=0&semester=0&embedded=1 - Московский физико-технический институт, Курс «Биофизика клетки»;

https://lectoriy.mipt.ru/course/Biophysics_2018 - Московский физико-технический институт, Курс «Биофизика клетки (2-ый семестр)»;

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система РЕД ОС.

2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»

3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..

4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru

5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

При проведении занятий используются специализированные аудитории и лаборатории: лаборатория биохимического анализа, лаборатория спектральных методов и люминесцентного анализа, автоклавная, термостатная.

Перечень оборудования, используемого при проведении лабораторных работ и научных исследований, определяется тематикой:

Основные аппараты: Анализатор вольтамперометрический АВА-3; Весы Ohaus PA 64C; источник питания для э/ф УЭФ-01-ДНК-Техн. "Эльф-8", ДНК-Технология О-ELF8, Камера электрофоретическая горизонтальная S-2N (SE-2), размер геля 120х170 мм; Рефрактометр ИРФ-454 Б2М; pH-метр "Эксперт-pH" (ИП, термодатчик ТДС-3, электрод ЭСК-10601/7); спектрофотометр ПЭ-5400ВИ; термостат ТС-80; шкаф вытяжной с подводом воды ШВ-УК-1КГ; трансиллюминатор ECX-F15.C; микроскоп "МИКРОМЕД-1", микроскоп медицинский МИКМЕД-5; центрифуга СМ-6М (для стекл. и пластик. пробирок, 12 на 15мл); центрифуга-вортекс СМ-50М настольная, до 15000 об/мин

2. Технические и электронные средства обучения и контроля знаний .

При проведении лекций применяется мультимедийное оборудование, включающее: 1) компьютер IBM PC 686 (Pentium II,K6-2) с установленным лицензионным программным обеспечением MS Windows 9.x/NT5.x (95, 98, ME, 2000, XP) и инструментальным ПО Microsoft PowerPoint; 2) мультимедийный проектор BenQ MP512 (тип: DLP, яркость: 2200 ANSI lm, разрешение: 800x600, контрастность: 2500:1); 3) экран 1,5*1,0 м.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.