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.5 Биоэнергетика»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

(код и наименование специальности)

Биоинженерия

(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация

Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения

Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.5 Биоэнергетика*» 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 — Е.С. Алешина
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по специальности
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика — Е.С. Барышева
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
Главный библиограф ЗОФ — Г.Р. Гасанбиева
личная подпись *расшифровка подписи*

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

№ регистрации 190927

© Алешина Е.С., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Целью курса «Биоэнергетика» является обеспечение учащихся основами знаний и современными представлениями о молекулярных основах превращения энергии в живых системах, механизмах формирования трансмембранных электрических потенциалов, принципах взаимодействия объектов биологической природы с внешними информационными полями различной природы: электрическим, магнитным, гравитационным, об основных энергозапасающих и энергозатратных процессах и реакциях, протекающих внутри клеток и связанных с жизненно важными функциями организма.

Задачи:

- знать теорию энергетического сопряжения, богатые энергией соединения; теоретические основы кинетики ферментативных реакций и методы расчета параметров ферментативных реакций;
- уметь проводить расчеты термодинамических характеристик биохимических реакций;
- иметь навыки определения скорости ферментативных реакций в зависимости от заданных параметров реакции.
- формирование теоретических представлений о биологическом окислении и об окислительном фосфорилировании.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.16 Аналитическая химия, Б1.Д.Б.17 Химия комплексных соединений, Б1.Д.Б.18 Квантовая химия и строение молекул, Б1.Д.Б.25 Микробиология, Б1.Д.Б.26 Вирусология, Б1.Д.В.7 Микроклональное размножение растений, Б1.Д.В.8 Ветеринарно-санитарная экспертиза*

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-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1-В-2 Осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников УК-1-В-4 Применяет методы сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и синтеза информации с использованием компьютерных технологий для решения поставленных задач	**Знать:** - возможные пути получения информации и различных биоэнергетических процессах в живых организмах. **Уметь:** - обрабатывать и анализировать информацию, полученную из разных источников и различными

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		методами. **Владеть:** - методами сбора, анализа и синтеза информации о жизнедеятельности живых систем с использованием компьютерных технологий для решения поставленных задач.
ПК*-1 Способность планировать, организовывать, реализовывать законченные научные проекты, представлять промежуточные и итоговые результаты проекта	ПК*-1-В-2 Систематизирует, анализирует и интерпретирует промежуточные и итоговые результаты выполнения научного проекта	**Знать:** - принципы клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности для проведения самостоятельных работ. **Уметь:** - способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, биоинженерии; - формулировать проблемы и задачи научных исследований и практической деятельности в области биомедицины, медицины, разрабатывать способы их решения путем применения методов генетики и генетических технологий. **Владеть:** - способностью применять современные методы обработки, анализа, и синтеза производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		технических проектов и отчетов при предоставлении промежуточных и итоговых результатов проекта.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	9 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**216**	**216**
Контактная работа:	**52,5**	**52,5**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- изучение разделов массового открытого онлайн-курса «Медицинская биофизика: молекулы и болезни».* *Типы работ представлены в блоках A,B,C фондов оценочных средств*	**163,5** +	**163,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в биоэнергетику	28	2	2	-	24
2	Биологические мембраны	28	2	2	2	22
3	Метаболизм как основа получения и расходования энергии	30	4	2	2	22
4	Окислительное фосфорилирование	34	4	4	4	22
5	Глюконеогенез	30	2	2	-	26
6	Фотосинтез	34	2	2	4	26
7	Эволюция биологических механизмов запасания энергии	32	2	2	4	24
	Итого:	216	18	16	16	166
	Всего:	216	18	16	16	166

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Введение в биоэнергетику Биоэнергетика – неотъемлемая часть термодинамики. Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки. Законы термодинамики в биологических системах. Биоэлектричество. Биоэлектрические потенциалы.

Раздел 2 Биологические мембраны Структура биологических мембран, их роль в митохондриях, хлоропластах, хроматофорах. История изучения строения мембран. Типы мембран в клетке и их функции. Современные представления о структуре и географии мембранных доменов. Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл). Мембранные системы транспорта: Са-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл). Регуляция активности АТФаз.

Раздел 3 Метаболизм как основа получения и расходования энергии Катаболизм глюкозы: общий взгляд. Мобилизация запаса глюкозы из гликогена. Ферменты гликолиза: функция, общая характеристика. Реакции гликолиза. Энергетический баланс гликолиза. Расстройства, связанные с нарушением гликолиза. Вторичные метаболические пути: пентозофосфатный путь, глиоксилатный цикл. Пути превращения пирувата. Ферменты цикла Кребса: функция, общая характеристика. Реакции цикла Кребса. Энергетический баланс цикла Кребса. Изменение генома методом генетических технологий.

Раздел 4 Окислительное фософорилирование Источники электронов для электронтранспортной цепи. Дыхательная цепь: комплексы, переносчики, ингибиторы. Окислительное фосфорилирование: АТФ - синтетаза, хемиосмотическая теория, механизм создания трансмембранного градиента протонов. Общая схема окислительного фосфорилирования. Челночные системы внутренней мембраны митохондрий: назначение, механизм функционирования. Расстройства, связанные с нарушением фосфорилирования.

Раздел 5 Глюконеогенез Схема регуляции катаболизма глюкозы. Регуляция гликолиза, цикла Кребса. Регуляторные взаимосвязи катаболизма глюкозы. Ферменты глюконеогенеза: функция, общая характеристика. Реакции глюконеогенеза. Субстраты для глюконеогенеза. Энергетический баланс глюконеогенеза. Расстройства, связанные с нарушением глюконеогенеза.

Раздел 6 Фотосинтез Фотосинтез, общая схема и энергетический баланс. История изучения фотосинтеза. Световая и темновая фазы фотосинтеза. Пигменты фотосинтеза и их роль, реакционный центр, фотосистемы. Модель световых реакций (Z-схема). Фотофосфорилирование (нециклическое и циклическое). С3- и С4-пути темновых реакций фотосинтеза. Фотодыхание у С3- и С4-растений и их продуктивность. САМ-метаболизм.

Раздел 7 Эволюция биологических механизмов запасания энергии Эволюция биологических механизмов запасания энергии (по В.П. Скулачеву): «адениновый» фотосинтез, бактериородопсиновый фотосинтез, хлорофилльный фотосинтез зеленых серных, пурпурных и цианобактерий, дыхательное фосфорилирование.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Определение заряда клеток разного уровня организации.	2
2	3	Обнаружение НАД в дрожжах.	2
3	4	Обнаружение цитохромоксидазы в мышцах.	2
4	4	Сукцинатдегидрогеназа мышц и конкурентное торможение её активности.	2
5	6	Определение способности организмов к фотосинтезу.	4
6	7	Определение способности использовать азотсодержащие органические вещества по обнаружению аммиака, сероводорода.	2
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Введение в биоэнергетику	2
2	2	Биологические мембраны	2
3	3	Метаболизм как основа получения и расходования энергии	2
4	4	Окислительное фосфорилирование	4
5	5	Глюконеогенез	2
6	6	Фотосинтез	2
7	7	Эволюция биологических механизмов запасания энергии	2
		Итого:	16

4.5 Курсовая работа (9 семестр)

1. Регуляция катаболизма глюкозы.
2. Расстройства, связанные с нарушением фосфорилирования.
3. Расстройства, связанные с нарушением глюконеогенеза.
4. Строение и механизм работы молекулярного мотора бактерий.
5. Энергетика мышечных сокращений: строение мышечного волокна, модель скользящих нитей, рабочий цикл актомиозинового комплекса.
6. Кинезин, динеин: строение, функции.
7. Способы движения растений: внутриклеточные движения, локомоторные движения, рост растяжением, тургорные движения.

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. Брюханов, А. Л. Молекулярная микробиология = Molecular Microbiology [Текст] : учеб. для вузов / А. Л. Брюханов, К. В. Рыбак, А. И. Нетрусов; под ред. А. И. Нетрусова. - М. : МГУ, 2012. - 480 с. : ил. - Прил.: с. 444-468. - Предм. указ.: 468-477. - ISBN 978-5-211-05486-8.
3. Основы биоэнергетики: учебное электронное издание : учебное пособие / Д. С. Дворецкий, М. С. Темнов, Е. И. Акулинин [и др.] ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018. – 80 с. : табл., граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570391 (дата обращения: 16.03.2023). – Библиогр.: с. 60-63. – ISBN 978-5-8265-2000-0. – Текст : электронный.
4. Биоэнергетика. Практикум : учебно-методическое пособие / составитель О. И. Губич. — Минск : БГУ, 2016. — 87 с. — ISBN 978-985-566-258-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/180404 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.2 Дополнительная литература

1. Курс лекций по физике [Текст] : учеб. пособие для студентов / Б. М. Яворский [и др.] . - М. : Сов. наука, 1958. Т. 1 : Механика, молекулярная физика и термодинамика. - , 1958. - 278 с. : ил.. - Прил.: с. 254-268. - Предм. указ.: с. 269-274.

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. Цыганов, А.Р. Биоэнергетика: энергетические возможности биомассы / А.Р. Цыганов, А.В. Клочков; ред. А.В. Волченко. – Минск: Белорусская наука, 2012. – 144 с. – Режим доступа: по подписке. – URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143060 (дата обращения: 19.09.2019). – ISBN 978-985-08-1400-5. – Текст: электронный.

4. Узденский, А. Б. Биоэнергетические процессы : учебное пособие / А. Б. Узденский ; Южный федеральный университет, Физический факультет ЮФУ. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2011. – 124 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241180 (дата обращения: 16.03.2023). – ISBN 978-5-9275-0829-7. – Текст : электронный.

5. Фонд оценочных средств текущего контроля/промежуточной аттестации по модулю клеточной и субклеточной организации биологических объектов : учебное пособие / Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2015. – 626 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445264 (дата обращения: 16.03.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-1624-7. – Текст : электронный.

6. Биоэнергетика : методические указания / составитель О. А. Науменко. — Оренбург : ОГУ, 2024. — 38 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/502493 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.3 Периодические издания

1. Прикладная биохимия и микробиология: журнал. - Москва: ИКЦ "Академкнига", 2017. - Т. 53, N 1-6, 2018. - Т. 54, N 1-6, 2019. - Т. 55, N 1-6, 2020. - Т. 56, N 1-6.

2. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины: журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2018. - Т. 165, N 1-6,Т. 166, N 7-12, 2019. - Т. 167, N 1-6, Т. 168, N 7-12, 2020. - Т. 169, N 1-6, Т. 170, N 7-12, 2021. - Т. 171, N 1-12, 2022. - N 1-12, 2023. - N 1-2.

5.4 Интернет-ресурсы

1. Сайт научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – крупнейшей электронной библиотеки научных публикаций, обладающей богатыми возможностями поиска и получения информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) – бесплатным общедоступным инструментом измерения и анализа публикационной активности ученых и организаций. Режим доступа: http://elibrary.ru

2. https://lectoriy.mipt.ru/course/Biology-AdditionalChapters-12L - Московский физико-технический институт, Курс «Дополнительные главы биологии 1»;

3. http://www.ssmu.ru – Сайт кафедры микробиологии и вирусологии Сибирской государственной медицинской академии.

5. Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. – Режим доступа : http://www.msu.ru

6. Nature Portfolio Solution [Электронный ресурс]: база данных. – Режим доступа: https://www.nature.com/nature-portfolio

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

Для проведения занятий лекционного типа, используется аудитория, оснащенная 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.

Лабораторные работы проводятся в специализированных лабораториях кафедры биохимии и микробиологии. Некоторые лабораторные работы проводятся виртуально или по различных видеоматериалам.