

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



Хагуров Т.А.

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.01.02 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ ПРОКАРИОТ

Направление подготовки/специальность 06.04.01 Биология

Направленность (профиль) / Микробиология и биологические технологии

Форма обучения очная

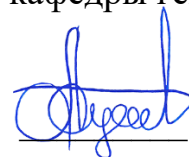
Квалификация магистр

Рабочая программа дисциплины «Энергетический метаболизм прокариот» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 06.04.01 Биология

Программу составил(и):
А.А. Самков, доцент, к.б.н.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии
протокол № 9 «24» апреля 2025 г.
Заведующий кафедрой Худокормов А.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета
протокол № 8 «25» апреля 2025 г.
Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

Насонов А.И., заведующий лабораторией биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов СКФНЦСВВ, кандидат биологических наук

Щербатова А.Ф. доцент кафедры биологии и экологии растений ФГБОУ ВО КубГУ, кандидат биологических наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Энергетический метаболизм прокариот» является формирование у студентов профессиональной компетенции в производственной, учебной и исследовательской деятельности, а также анализ фундаментальных знаний, направленных на расширение представлений о разнообразии способов получения энергии микроорганизмами, роли данных процессов в глобальных процессах, их использовании в биотехнологических процессах. Большое значение имеет получение знаний о биохимической основе данных процессов, роли состава среды как источника потенциальных доноров или акцепторов электронов, а также роли микроорганизмов в превращениях таковых соединений, о составе и структуре специализированных микробных сообществ, доминирующих видах, их функционировании в тех или иных этапах превращений.

Изучение дисциплины «Энергетический метаболизм прокариот» обеспечивает формирование у студентов-биологов глубоких базовых теоретических и практических знаний, умений, навыков в области микробиологии с точки зрения современных представлений о разнообразии мира микроорганизмов как части биосферы, и их роли в ее устойчивом развитии.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи дисциплины: сформировать у студентов: базовое мышление, обеспечивающее связь с существующими методическими приемами и подходами выявления, изучения и использования энергетического метаболизма прокариот, а также связь с теоретическими предпосылками практического использования катаболического потенциала прокариот как биологических агентов; способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных аспектов в области микробиологии и биотехнологии; способность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные микробиологические исследования; развивать у студентов умения использовать современную аппаратуру и оборудование для выполнения биологических работ; развивать у студентов навыки работы с учебной и научной литературой.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Энергетический метаболизм прокариот» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Курс «Энергетический метаболизм прокариот» важен для студентов-микробиологов, специализирующихся в области биотехнологии и общей микробиологии. Для усвоения курса студенту необходимо ориентироваться в проблемах общей микробиологии, биохимии, физиологии микроорганизмов. Иметь навыки самостоятельной работы с литературой, включая периодическую научную литературу по бактериологии и биотехнологии, а также навыки работы с электронными средствами информации. Изучению дисциплины «Энергетический метаболизм прокариот» предшествуют такие дисциплины бакалавриата, как «Биохимия с основами молекулярной биологии», «Генетика и селекция», «Микробиология с основами вирусологии и биотехнологии», которые изучаются, в том числе, в рамках направления 06.03.01 «Биология», а также «Микробная биогеохимия», «Цитология микроорганизмов», «Получение продуктов микробного синтеза», «Лабораторные методы исследования в микробиологии и молекулярной генетике» которые изучаются, в том числе, в рамках направления 06.04.01 «Биология». Материалы дисциплины используются студентами в научной работе при подготовке выпускной квалификационной работы (магистерской

диссертации) и крайне важны в осуществлении практической деятельности магистра биологии (микробиологии).

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен к участию в мероприятиях по лабораторным биологическим исследованиям, экологическому мониторингу и охране природы, используя знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры.	
ИПК-1.1. Знает основы фундаментальных и прикладных разделов биологических и экологических дисциплин.	знает фундаментальные различия между энергетическими процессами в присутствии и отсутствии конечного акцептора.
ИПК-1.2. Умеет планировать и проводить мероприятия по экологическому мониторингу и охране природы.	знает молекулярные основы превращения энергии в живых системах для планирования мероприятий по экологическому мониторингу в природе.
	умеет готовить элективные среды для выделения фото- и хемосинтезирующих бактерий, гетеротрофных бактерий в рамках мероприятий по экологическому мониторингу.
	владеет навыками работы с продуктами энергетического метаболизма бактерий для оценки экологического состояния природы.
ИПК-1.3. Владеет современными информационными ресурсами биологического и экологического содержания, и использовать их в профессиональной деятельности.	знает содержание современных информационных ресурсов по основным путям биохимических превращений энергетических субстратов прокариотами.
	умеет предвидеть результаты культивирования микроорганизмов для использования в профессиональной деятельности.
	владеет методиками поиска современных информационных ресурсов по тематике энергетического метаболизма прокариот.
ИПК-1.4. Умеет анализировать результаты научных экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях, проводить дискуссии на научных мероприятиях.	знает алгоритм анализа результатов научных экспериментов в области энергетического метаболизма.
	умеет представлять выводы о молекулярных основах превращения энергии в живых системах (субстратное, окислительное и фотофосфорилирование, хемосинтез) и результаты экспериментов в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях.
	владеет понятийной базой о проведении дискуссии на научных мероприятиях относительно результатов экспериментов по энергетическому метаболизму прокариот.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения			
			очная		очно-заочная	заочная
			2 семестр (часы)	X семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):						
занятия лекционного типа		12	12			
лабораторные занятия		12	12			
практические занятия						
семинарские занятия						
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:						
Реферат/эссе (подготовка)		10	10			
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)		18	18			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		10	10			
Подготовка к текущему контролю		10	10			
Контроль:						
Подготовка к экзамену		35,7	35,7			
Общая трудоемкость	час.	108	108			
	в том числе контактная работа	24,3	24,3			
	зач. ед	3	3			

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 2 семестре (1 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Общие понятия энергетического метаболизма прокариот	14	2		2	10
2.	Субстратное фосфорилирование как способ получения энергии.	14	2		2	10
3.	Брожения, осуществляемые прокариотами.	14	2		2	10
4.	Окислительное фосфорилирование.	9	2		2	5
5.	Фотофосфорилирование. Хемосинтез как частный случай окислительного фосфорилирования.	9	2		2	5
6.	Методические подходы к исследованию катаболизма прокариот.	12	2		2	8
	ИТОГО по разделам дисциплины	72	12		12	48
	Контроль самостоятельной работы (КСР)					
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к экзамену	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Общие понятия энергетического метаболизма прокариот	Понятие катаболизма и его роль в метаболизме бактерий. Гидролиз сложных субстратов как начальный этап катаболизма. Гидролитические ферменты бактерий как основа катаболического потенциала прокариот. Субстраты, метаболизируемые микроорганизмами. Катаболический потенциал прокариот (примеры, взаимосвязь со свойствами бактерий). Энергетический метаболизм прокариот. Основные понятия и пути. Способы накопления и сохранения энергии на молекулярном уровне: макроэргические соединения. Теория Митчелла: формирование протонных градиентов на биологических мембранах как способ трансформации энергии. Фосфорилирование АДФ как ключевой момент энергетического метаболизма. Виды фосфорилирования.	У
2.	Субстратное фосфорилирование как способ получения энергии.	Понятие субстратного фосфорилирования. Система окислительно-восстановительных преобразований внутри молекулы субстрата. Общая динамика стандартной энергии реакций образования интермедиатов на примере гликолиза. Роль 1,3-дифосфоглицерата и фосфоенолпирувата в образовании АТФ. Разнообразие начальных путей расщепления углеводов. Гликолиз. Выход энергии в форме АТФ. Пентозофосфатный путь расщепления углеводов. Роль. Выход энергии. Путь Энтнера-Дудорова как специфический начальный путь разложения углеводов у прокариот. Особенности. Роль в метаболизме. Характерные возбудители.	У
3.	Брожения, осуществляемые прокариотами.	Понятие о брожениях. Виды брожений, характерные возбудители. Гомоферментативное молочнокислое брожение. Химизм, возбудители. Гетероферментативное молочнокислое брожение. Химизм, возбудители. Пропионовокислое брожение – химизм, роль формирования трехуглеродного акцептора, возбудители, использование. Маслянокислое брожение – химизм, значение образования четырехуглеродного акцептора, возбудители, их значение. Ацетобутиловое брожение – химизм, роль образования нескольких конечных продуктов, возбудители, практическое использование. Двухфазность брожений. Биологический смысл разнообразия конечных продуктов. Спиртовое брожение. Химизм. Возбудители.	У
4.	Окислительное фосфорилирование.	Электронтранспортное фосфорилирование. Принципы осуществления, связь с хемоосмотической теорией Митчелла. Окислительное фосфорилирование и фотофосфорилирование. Роль формирования мембранного градиента. Цепь переноса электронов у бактерий. Общее строение, особенности. Сравнительная энергетическая эффективность субстратного и окислительного фосфорилирования. Мембраны бактерий: структурная, молекулярная организация, химический состав, функции, физиологические особенности. Цепь переноса электронов. Разнообразие конечных акцепторов у бактерий. Окислительное фосфорилирование. Анаэробное дыхание прокариот. Нитрат- и сульфатредукция. Использование иных акцепторов электронов при анаэробном дыхании.	У
5.	Фотофосфорилирование. Хемосинтез как частный случай окислительного фосфорилирования.	Фотосинтетическое фосфорилирование. Роль обратного переноса электронов. Пурпурные мембраны фотосинтезирующих архей. Кислородный и бескислородный фотосинтез. Представители. Пурпурные серные и несерные, зеленые фотосинтезирующие бактерии. Разнообразие источников электронов для нециклического транспорта	У

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		электронов при бактериальном фотосинтезе. Использование прокариотами неорганических веществ в качестве источников электронов и энергии. Роль мезосом в пространственном расположении ферментного аппарата хемолитоавтотрофов.	
6.	Методические подходы к исследованию катаболизма прокариот.	Использование элективных и обогатительных сред для выявления групп бактерий, различающихся типом метаболизма. Исследование катаболической активности микроорганизмов через выявление особенностей фенотипа. Оценка катаболического потенциала штамма молекулярно-генетическими методами: выявление генов биodeградации различными методами. Мультистратное тестирование как экспресс-оценка катаболической активности изолята.	У

Устный опрос (У)

2.3.2 Занятия семинарского типа (лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Общие понятия энергетического метаболизма прокариот	Общие понятия, процессы и методики изучения начальных этапов энергетического метаболизма прокариот. Субстраты, метаболизируемые микроорганизмами.	У, Р
2.	Субстратное фосфорилирование как способ получения энергии.	Субстратное фосфорилирование. Разнообразие начальных путей расщепления углеводов. Гликолиз. Путь Энтнера-Дудорова как специфический начальный путь разложения углеводов у прокариот. Характерные возбудители.	У, Р
3.	Брожения, осуществляемые прокариотами.	Изучение брожений, осуществляемых микроорганизмами: типы брожений, продукты, возбудители. Биологический смысл разнообразия конечных продуктов.	У, Р
4.	Окислительное фосфорилирование.	Сравнение окислительного и субстратного фосфорилирования. Образование биомассы как функция эффективности катаболизма. Мембраны бактерий: структурная, молекулярная организация, химический состав, функции, физиологические особенности.	У, Р
5.	Фотофосфорилирование. Хемосинтез как частный случай окислительного фосфорилирования.	Фотофосфорилирование и хемосинтез. Представители. Разнообразие источников электронов для нециклического транспорта электронов при бактериальном фотосинтезе.	У, Р
6.	Методические подходы к исследованию катаболизма прокариот.	Исследование катаболической активности микроорганизмов через выявление особенностей фенотипа. Использование элективных и обогатительных сред для выявления групп бактерий, различающихся типом метаболизма.	У, Р

Устный опрос (У), написание реферата (Р).

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Написание рефератов	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г
2	Подготовка	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

	мультимедийных презентаций	студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г
3	Самоподготовка	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

При реализации учебной работы по освоению курса «Энергетический метаболизм прокариот» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Семестр	Вид занятия (Л, ЛР, ПЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
2	ЛР	Работа в малых группах с целью обсуждения ответов на предложенные для самостоятельной работы вопросы по тематике занятия. Контролируемые преподавателем дискуссии по темам: - Изучение брожений, осуществляемых микроорганизмами: типы брожений, продукты, возбудители. Биологический смысл разнообразия конечных продуктов. Использование электролитных и обогатительных сред для выявления групп бактерий, различающихся типом метаболизма.	8
Итого:			8

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Энергетический метаболизм прокариот».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме защиты практической работы, устного опроса, реферата, доклада-

презентации по проблемным вопросам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1. Знает основы фундаментальных и прикладных разделов биологических и экологических дисциплин.	знает фундаментальные различия между энергетическими процессами в присутствии и отсутствии конечного акцептора	Практическая работа №№1,6; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 1-9
2	ИПК-1.2. Умеет планировать и проводить мероприятия по экологическому мониторингу и охране природы	знает молекулярные основы превращения энергии в живых системах для планирования мероприятий по экологическому мониторингу в природе; умеет готовить элективные среды для выделения фото- и хемосинтезирующих бактерий, гетеротрофных бактерий в рамках мероприятий по экологическому мониторингу; владеет навыками работы с продуктами энергетического метаболизма бактерий для оценки экологического состояния природы.	Практическая работа №№2-5; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 10-18
3	ИПК-1.3. Владеет современными информационными ресурсами биологического и экологического содержания, и использовать их в профессиональной деятельности.	знает содержание современных информационных ресурсов по основным путям биохимических превращений энергетических субстратов прокариотами; умеет предвидеть результаты культивирования микроорганизмов для использования в профессиональной деятельности; владеет методиками поиска современных информационных ресурсов по тематике энергетического метаболизма прокариот.	Практическая работа №№1-2, 6; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 19-27
4	ИПК-1.4. Умеет анализировать результаты научных экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях, проводить дискуссии на научных мероприятиях.	знает алгоритм анализа результатов научных экспериментов в области энергетического метаболизма; умеет представлять выводы о молекулярных основах превращения энергии в живых системах (субстратное, окислительное и фотофосфорилирование, хемосинтез) и результаты экспериментов в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях; владеет понятийной базой о проведении дискуссии на научных мероприятиях относительно	Практическая работа №№1, 6; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 28-37

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
		результатов экспериментов по энергетическому метаболизму прокариот.		

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Темы рефератов и докладов-презентаций:

Дыхательная цепь аэробных бактерий. Строение, локализация, механизм действия. Отличия от эукариотической дыхательной цепи.

Способы накопления (депо) энергии у прокариот (трансмембранный потенциал, активированные соединения, образующиеся при субстратном фосфорилировании, НАДН, АТФ и др.). Запасные питательные вещества у бактерий и способы их использования для получения энергии.

Получение прокариотами энергии при хемосинтезе. Приспособления к использованию неорганических доноров.

История открытия хемосинтеза у прокариот. Развитие концепции механизмов хемолитоавтотрофии.

Анаэробное дыхание у прокариот. Дыхательная цепь прокариот, способных к анаэробному дыханию.

Фотосинтетический аппарат у прокариот. Пигменты. Функциональные структуры.

Бактериальный аноксигенный фотосинтез. Биоразнообразие аноксигенных фотосинтетиков. Доноры электронов. Вертикальное распределение фотосинтетиков в водоемах.

Оксигенный фотосинтез цианобактерий. Фотосистемы. Сходства и отличия от фотосинтеза эукариот (высших растений).

Субстратное фосфорилирование как наиболее примитивный способ получения энергии гетеротрофами.

Эволюция способов получения энергии. Эндосимбиотическая теория происхождения митохондрий и хлоропластов.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен):

1. Понятие катаболизма и его роль в метаболизме бактерий.
2. Гидролиз сложных субстратов как начальный этап катаболизма. Гидролитические ферменты бактерий как основа катаболического потенциала прокариот.
3. Субстраты, метаболизируемые микроорганизмами. Катаболический потенциал прокариот (примеры, взаимосвязь со свойствами бактерий).
4. Энергетический метаболизм прокариот. Основные понятия и пути.
5. Способы накопления и сохранения энергии на молекулярном уровне: макроэргические соединения.
6. Теория Митчелла: формирование протонных градиентов на биологических мембранах как способ трансформации энергии.
7. Фосфорилирование АДФ как ключевой момент энергетического метаболизма. Виды фосфорилирования.
8. Понятие субстратного фосфорилирования. Система окислительно-восстановительных преобразований внутри молекулы субстрата.

9. Общая динамика стандартной энергии реакций образования интермедиатов на примере гликолиза. Роль 1,3-дифосфоглицерата и фосфоенолпирувата в образовании АТФ.
10. Разнообразие начальных путей расщепления углеводов. Гликолиз. Выход энергии в форме АТФ.
11. Пентозофосфатный путь расщепления углеводов. Роль. Выход энергии.
12. Путь Энтнера-Дудорова как специфический начальный путь разложения углеводов у прокариот. Особенности. Роль в метаболизме. Характерные возбудители.
13. Понятие о брожениях. Виды брожений, характерные возбудители.
14. Гомоферментативное молочнокислое брожение. Химизм, возбудители.
15. Гетероферментативное молочнокислое брожение. Химизм, возбудители.
16. Пропионовокислое брожение – химизм, роль формирования трехуглеродного акцептора, возбудители, использование.
17. Маслянокислое брожение– химизм, значение образования четырехуглеродного акцептора, возбудители, их значение.
18. Ацетобутиловое брожение– химизм, роль образования нескольких конечных продуктов, возбудители, практическое использование.
19. Двухфазность брожений. Биологический смысл разнообразия конечных продуктов.
20. Спиртовое брожение. Химизм. Возбудители.
21. Электронтранспортное фосфорилирование. Принципы осуществления, связь с хемоосмотической теорией Митчелла.
22. Окислительное фосфорилирование и фотофосфорилирование. Роль формирования мембранного градиента.
23. Цепь переноса электронов у бактерий. Общее строение, особенности.
24. Сравнительная энергетическая эффективность субстратного и окислительного фосфорилирований.
25. Мембраны бактерий: структурная, молекулярная организация, химический состав, функции, физиологические особенности.
26. Цепь переноса электронов. Разнообразие конечных акцепторов у бактерий.
27. Окислительное фосфорилирование.
28. Анаэробное дыхание прокариот. Нитрат- и сульфатредукция. Использование иных акцепторов электронов при анаэробном дыхании.
29. Фотосинтетическое фосфорилирование. Роль обратного переноса электронов.
30. Пурпурные мембраны фотосинтезирующих архей.
31. Кислородный и бескислородный фотосинтез. Представители. Пурпурные серные и несерные, зеленые фотосинтезирующие бактерии.
32. Разнообразие источников электронов для нециклического транспорта электронов при бактериальном фотосинтезе.
33. Использование прокариотами неорганических веществ в качестве источников электронов и энергии. Роль мезосом в пространственном расположении ферментного аппарата хемолитоавтотрофов.
34. Использование селективных и обогащающих сред для выявления групп бактерий, различающихся типом метаболизма.
35. Исследование катаболической активности микроорганизмов через выявление особенностей фенотипа.
36. Оценка катаболического потенциала штамма молекулярно-генетическими методами: выявление генов биodeградации различными методами.
37. Мульти-субстратное тестирование как экспресс-оценка катаболической активности изолята.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Современная микробиология. Прокариоты : [учебное пособие] : в 2 т. Т. 1 / под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля ; пер. с англ. И. А. Берга и др. под ред. А. И. Нетрусова и Т. С. Ильиной ; [С. Адхья и др.]. - М. : Мир, 2005. - 654 с., [8] л. ил. - (Лучший зарубежный

- учебник). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 503003707. - ISBN 5030037063. - ISBN 3131084111.
2. Современная микробиология. Прокариоты : [учебное пособие] : в 2 т. Т. 2 / под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля ; пер. с англ. И. В. Алферовой, А. В. Лебединского и К. Л. Тарасова под ред. А. И. Нетрусова ; [А. Бут и др.]. - М. : Мир, 2005. - 493 с., [12] л. ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 50300370X. - ISBN 5030037063. - ISBN 3131084111..
3. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03805-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468999>.
4. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 332 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03806-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470688>.
5. Ившина, И. Б. Большой практикум "Микробиология" [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / И. Б. Ившина. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2014. - 108 с. : ил. - Библиогр. в конце задач. - Библиогр.: с. 92-94. - ISBN 9785903090976 : 521.50.
6. Емцев В.Т. Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. - 6-е изд., испр. - М.: Дрофа, 2006. - 445 с.: ил. - (Высшее образование). с. 427-428. - ISBN 5358004432.
7. Кузнецов, А. Е. Научные основы экобиотехнологии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова. - М. : Мир, 2006. - 503 с. : ил. - Библиогр. : с. 488-489. - ISBN 5030037659.
8. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/543823>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2. Периодическая литература

Название издания	Периодичность выхода (в год)	Место хранения	За какие годы хранится
Биология.Реферативный журнал.ВИНИТИ	12	РЖ	1970-2020 №1-2
Биоорганическая химия	6	ЧЗ	1975-2008, 2009 № 1-3, 5-6, 2010 - 2018 (1 полуг.)
Биохимия	12	ЧЗ	1944-45, 1947 – 2018 (1полуг.)
Генетика	12	ЧЗ	1965- 2016, 2017 № 1-6
Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии	6	ЧЗ	2010-2018 № 1-3, 2019 № 1-3, № 5-6 , 2020-
Журнал общей биологии	6	ЧЗ	2009-2017 № 1-3, 2018 (1 полуг.)
Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе		ЧЗ	2008 №7-12, 2009- 2012, 2013 № 7-12, 2014-2015 , 2017 № 1-3
Известия ВУЗов Северо-Кавказского региона. Серия: Естественные науки	4	ЧЗ	2010- 2012, 2013№ 1-2, 4-6, 2014-
Известия РАН (до 1993 г. Известия АН СССР). Серия: Биологическая	6	ЧЗ	2009-2018 (1 полуг.)
Использование и охрана природных ресурсов в России	12	ЧЗ	2008-2017 № 1-2

Микробиология	6	ЧЗ	2009-2018 №1-3
Молекулярная биология	6	ЧЗ	2008- 2016, 2017 № 1-3
Прикладная биохимия и микробиология	6	ЧЗ	2008- 2013, 2014 № 1-5, 2015- 2016, 2017 № 1-3
Успехи современной биологии	6	ЧЗ	2008-2017
Экология	6	ЧЗ	2009-2018(1 полуг.)
Экология и жизнь	12	ЧЗ	2003-2012
Экология и промышленность России	12	ЧЗ	2008-2017

1. Базы данных компании «ИВИС» <https://eivis.ru/>

2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. Образовательная платформа «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM» <https://znanium.ru/>

5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

1. Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://ldiss.rsl.ru/>

2. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

4. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) <https://journals.rcsi.science/>

5. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>

6. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС Россия) <http://uisrussia.msu.ru>

7. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>

8. Полнотекстовая коллекция книг eBook Collections издательства SAGE Publications <https://sk.sagepub.com/books/discipline>

9. Полнотекстовая коллекция книг EBSCO eBook (глубина архива: 2011-2023 гг.) <https://books.kubsu.ru/>

10. Ресурсы Springer Nature <https://link.springer.com/>, <https://www.nature.com/>

11. Questel. База данных Orbit Premium edition <https://www.orbit.com>

12. China National Knowledge Infrastructure. БД Academic Reference <https://ar.oversea.cnki.net/>

13. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

Информационные справочные системы

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;

2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>

3. Лекториум ТВ - видеолекции ведущих лекторов России <http://www.lektorium.tv/>

4. Freedom Collection – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier <https://www.sciencedirect.com/>

5. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;

6. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
10. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>.

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ
<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ
<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Открытая среда модульного динамического обучения КубГУ <https://openedu.kubsu.ru/>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций
<http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Лекция:

Работа на лекции является очень важным видом студенческой деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Лектор ориентирует студентов в учебном материале. Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал.

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. или подчеркивать красной ручкой. Целесообразно разработать собственную символику, сокращения слов, что позволит сконцентрировать внимание на важных сведениях. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.). Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе периодические издания соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на общении в контактные часы. Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы. План подготовки к лекции:

- ознакомиться с темой лекции
- ознакомиться с предложенными вопросами
- изучить соответствующий материал
- ознакомиться с литературой по теме

Лабораторные работы

В процессе подготовки к лабораторной работе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, темами и планами лабораторных занятий, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины, провести анализ

основной учебной литературы, после чего работать с рекомендованной дополнительной литературой. При устном выступлении по контрольным вопросам лабораторного занятия нужно излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект профессиональных компетенций. По окончании лабораторного занятия следует повторить выводы, сконструированные в ходе устного опроса, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого в течение опроса других учащихся следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации. Схема подготовки к лабораторным работам:

- ознакомиться с темой, целью и задачами работы
- рассмотреть предложенные вопросы
- изучить лекционный материал, основную и дополнительную литературу
- ознакомиться с заданиями и ходом их выполнения
- ознакомиться с оборудованием занятия
- выполнить задания в соответствии с ходом работы
- письменно оформить выполненную работу
- подвести итог и сделать структурированные выводы

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов дисциплине осуществляется с целью углубления, расширения, систематизации и закрепления полученных теоретических знаний, формирования умений использовать документацию и специальную литературу, развития познавательных способностей и активности, а также формирования самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации, развития исследовательских умений. Перед выполнением самостоятельной работы необходимо четко понимать цели и задачи работы, сроки выполнения, ориентировочный объем, основные требования к результатам работы, критерии оценки. Во время выполнения самостоятельной работы преподаватель может проводить консультации. Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в письменной, устной или смешанной форме, с представлением продукта творческой деятельности студента. В качестве форм и методов контроля самостоятельной работы студентов могут быть использованы семинарские занятия, коллоквиумы, зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы и др. Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются: уровень освоения студентом учебного материала; умения студента использовать теоретические знания при выполнении индивидуальных заданий; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями.

План подготовки:

- изучить соответствующий лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме
- оформить выполненную работу письменно или в виде презентации в зависимости от задания
- сделать структурированные выводы

Подготовка к экзамену

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче экзамена — это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать экзамен. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки,

контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки к экзамену студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса; подготовка к ответу на задания, содержащиеся в билетах. Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал дисциплины, включая вопросы, отведенные для самостоятельного изучения. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы.

Для успешной сдачи экзамена студенты должны помнить следующее:

- к основным понятиям и категориям нужно знать определения, которые необходимо понимать и уметь пояснять; при подготовке к экзамену требуется помимо лекционного материала, прочитать еще несколько учебников по дисциплине, дополнительные источники, предложенные для изучения в списке литературы; семинарские занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, получение экзамена;

- готовиться к экзамену нужно начинать с первой лекции и семинара, а не выбирать так называемый «штурмовой метод», при котором материал закрепляется в памяти за несколько последних часов и дней перед зачетом. При оценивании знаний студентов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями: правильность ответов на вопросы; полнота и лаконичность ответа; способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, анализировать статистические данные; ориентирование в литературе; знание основных проблем учебной дисциплины; понимание значимости учебной дисциплины в системе; логика и аргументированность изложения; культура ответа. Таким образом, при проведении экзамена преподаватель уделяет внимание не только содержанию ответа, но и форме его изложения.

Подготовка презентаций:

- знакомиться с темой, целью и задачами
- составить план презентации согласно освоенному теоретическому материалу
- произвести поиск в лекционном материале, основной и дополнительной литературе фактического материала по теме
- произвести поиск иллюстративного материала в сети "интернет"
- составить презентацию при помощи специализированного ПО
- составить доклад по иллюстративному материалу презентации
- отрепетировать презентацию перед сдачей

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для	Мебель: учебная мебель	Microsoft Windows

проведения занятий лекционного типа	Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 412, 414	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование: лабораторное микробиологическое оборудование	Microsoft Windows Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows Microsoft Office