



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра микробиологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан биолого-почвенного факультета

А. Н. Матвеев

«21» марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.4 «**МЕТАБОЛИЗМ МИКРООРГАНИЗМОВ**»

Направление подготовки: 06.04.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Микробиология и вирусология»

Квалификация выпускника: Магистр

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:

Протокол № 7

От «10» марта 2025 г.

Зав. кафедрой О. Ф. Вятчина

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	4
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине ...	6
4.3 Содержание учебного материала	10
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	12
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	13
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	14
а) перечень литературы	14
б) список авторских методических разработок	15
в) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	15
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	15
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	15
6.2. Программное обеспечение	16
6.3. Технические и электронные средства обучения	16
VII. Образовательные технологии	16
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....	17

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель: получение знаний о многообразии метаболических путей у микроорганизмов и формирование способности использовать полученные знания в сфере профессиональной деятельности.

Задачи:

- приобретение знаний об особенностях конструктивного и энергетического метаболизма микроорганизмов;
- получение знаний о механизмах микробного разложения природных веществ и ксенобиотиков.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.4 «Метаболизм микроорганизмов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Частная микробиология и систематика микроорганизмов».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Твердые бытовые отходы: источники, состав, методы утилизации», «Биохимия микробной деградации и детоксикации поллютантов», прохождение учебной (ознакомительной) практики; практики по профилю профессиональной деятельности; преддипломной практики; выполнение ВКР.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.04.01 «Биология», профиль «Микробиология и вирусология»:

ПК-1: Способен использовать теоретические знания в области микробиологии и вирусологии и методологические подходы для решения профессиональных задач.

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 Способен использовать теоретические знания в области микробиологии и вирусологии и методологические подходы для решения профессиональных задач.	ИДК ПК 1.1 Знает особенности организации и жизнедеятельности клеточных и неклеточных микроорганизмов, современные принципы их систематики, роль в биосферных процессах, возможности их использования в экобиотехнологиях для решения научно-исследовательских задач.	Знать: особенности конструктивного и энергетического метаболизма микроорганизмов, механизмы микробного разложения природных веществ и ксенобиотиков. Уметь: использовать теоретические знания для решения научно-исследовательских задач. Владеть: навыками решения фундаментальных и прикладных задач в микробиологии.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 1,1 зачетных единицы, 40 часов на экзамен.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 22 часа.

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)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Конструктивный метаболизм прокариот	2							
2	Тема 1.1. Ассимиляция макроэлементов и микроэлементов	2	6,1		1	2	0,1	3	Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование
3	Тема 1.2. Биосинтез клеточных строительных блоков	2	5,1		1	1	0,1	3	Коллоквиум Письменная работа
4	Тема 1.3. Синтез вторичных метаболитов	2	7,1		1	2	0,1	4	Коллоквиум Реферат

									Тестирование
5	Раздел 2. Энергетический метаболизм прокариот	2							
6	Тема 2.1. Субстратное фосфорилирование. Брожения	2	8,1		2	2	0,1	4	Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование
7	Тема 2.2. Фотофосфорилирование. Аноксигенный и оксигенный фотосинтез прокариот	2	7,1		1	2	0,1	4	Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование
8	Тема 2.3. Окислительное фосфорилирование. Аэробное и анаэробное дыхание прокариот	2	8,1		2	2	0,1	4	Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование
9	Раздел 3. Микробное разложение природных веществ и ксенобиотиков	2							
10	Тема 3.1. Разложение биополимеров	2	8,1		2	2	0,1	4	Коллоквиум Реферат
11	Тема 3.2. Аэробное и анаэробное окисление углеводов	2	1,6		0,5	-	0,1	1	Реферат
12	Тема 3.3. Биodeградация ксенобиотиков	2	4,1		2	-	0,1	2	Реферат
13	Тема 3.4. Неполные окисления органических веществ	2	1,5		0,5	-	-	1	Письменная работа
14	Тема 3.5. Окисление неорганических соединений хемолитотрофами	2	4,1		1	1	0,1	2	Коллоквиум Тестирование

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.)		
2	Тема 1.1. Ассимиляция макроэлементов и микроэлементов	Подготовка к коллоквиуму. Изучение теоретического материала по вопросам (работа выполняется в письменной форме): 1. Ассимиляция фосфатов. 2. Ассимиляция микроэлементов. Написание реферата по теме: «Симбиотическая азотфиксация». Подготовка к тестированию.	26 нед.	3	Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование	Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - https://educa.isu.ru) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
2	Тема 1.2. Биосинтез клеточных строительных блоков	Подготовка к коллоквиуму. Изучение теоретического материала по вопросу: «Взаимопревращения фосфосахаров в пентозофосфатном цикле» (работа выполняется в письменной форме).	28 нед.	3	Коллоквиум Письменная работа	Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - https://educa.isu.ru) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
2	Тема 1.3. Синтез вторичных метаболитов	Подготовка к коллоквиуму. Написание рефератов по темам: «Микотоксины: общая характеристика, классификация, механизм действия». «Биосинтез афлатоксинов <i>Aspergillus flafus</i> ». «Биосинтез экзотоксинов и эндотоксинов у патогенных бактерий». «Алкалоиды: химический состав, использование в фармацевтике и медицине». «Синтез экзополисахаридов микроорганизмами, их практическое применение». Подготовка к тестированию.	30 нед.	4	Коллоквиум Реферат Тестирование	Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - https://educa.isu.ru) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2	Тема 2.1. Субстратное фосфорилирование. Брожения	Подготовка к коллоквиуму. Изучение теоретического материала по вопросам (работа выполняется в письменной форме): 1. Характеристика гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий. 2. Характеристика <i>Sacchromyces cerevisiae</i> . Написание реферата по теме: «Брожение смешанного типа у энтеробактерий». Подготовка к тестированию.	32 нед.	4	Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование	Гусев М. В. Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – 6-е изд., стер. – М. : Академия, 2006. – 462 с. – ISBN 5-7695-2627-0. Микробиологи[Электронный ресурс] / Н. А. Белясова. – Минск : Вышэйшая школа, 2012. – 443 с. – Режим доступа: ЭБС «Айбукс». – Неогранич. доступ. – ISBN 978-985-06-2131-3 Метаболизм микроорганизмов: практикум : учеб. пособие для студ. вузов по спец. «Биология» / ред. Н. С. Егоров. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 253 с Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - https://educa.isu.ru) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
2	Тема 2.2. Фотофосфорилирование. Аноксигенный и оксигенный фотосинтез прокариот	Подготовка к коллоквиуму. Изучение теоретического материала по вопросам (работа выполняется в письменной форме): 1. Пигменты аноксигенных фототрофных бактерий. 2. Особенности метаболизма эритробактерий. Написание реферата по теме: «Метаболизм гелиобактерий». Подготовка к тестированию.	34 нед.	4	Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование	Микробиология [Электронный ресурс] / Н. А. Белясова. – Минск : Вышэйшая школа, 2012. – 443 с. – Режим доступа: ЭБС «Айбукс». – Неогранич. доступ. – ISBN 978-985-06-2131-3. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - https://educa.isu.ru) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2	Тема 2.3. Окислительное фосфорилирование. Аэробное и анаэробное дыхание прокариот	Подготовка к коллоквиуму. Изучение теоретического материала по вопросам (работа выполняется в письменной форме): 1. Получение энергии в процессе восстановительного дехлорирования. 2. Фумаратное дыхание. Написание реферата по теме: «Урановое дыхание». Подготовка к тестированию.	35 нед.	4	Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование	Микробиология [Электронный ресурс] / Н. А. Белясова. – Минск : Вышэйшая школа, 2012. – 443 с. – Режим доступа: ЭБС «Айбукс». – Неогранич. доступ. – ISBN 978-985-06-2131-3 Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - https://educa.isu.ru) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
2	Тема 3.1. Разложение биополимеров	Подготовка к коллоквиуму. «Микробное разложение целлюлозы». «Разложение крахмала микроорганизмами». «Микробная деградация лигнина». «Микробное разложение белков». «Микробное разложение нуклеиновых кислот». «Микробное разложение липидов». «Биодеструкция хитина и агара».	36 нед.	4	Коллоквиум Реферат	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
2	Тема 3.2. Аэробное и анаэробное окисление углеводов	Написание реферата по теме: «Микробное окисление углеводов»	37 нед.	1	Реферат	Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - https://educa.isu.ru) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
2	Тема 3.3. Биодegradация ксенобиотиков	Написание реферата по теме: «Биодegradация пестицидов».	38 нед.	2	Реферат	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
2	Тема 3.4. Неполные окисления органических веществ	Изучение теоретического материала по вопросу (работа выполняется в письменной форме): «Неполное окисление глюкозы бактериями рода <i>Bacillus</i> ».	39 нед.	1	Письменная работа	Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - https://educa.isu.ru) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2	Тема 3.5. Окисление неорганических соединений хемолитотрофами	Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к тестированию.	39 нед.	2	Коллоквиум Тестирование	Микробиология [Электронный ресурс] / Н. А. Беясова. – Минск : Вышэйшая школа, 2012. – 443 с. – Режим доступа: ЭБС «Айбукс». – Неогранич. доступ. – ISBN 978-985-06-2131-3. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - https://educa.isu.ru) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 32						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 7						

4.3 Содержание учебного материала

Раздел 1. Конструктивный метаболизм прокариот

Тема 1.1. Ассимиляция макроэлементов и микроэлементов

Автотрофная фиксация CO_2 у фототрофных и хемотрофных бактерий. Восстановительный пентозофосфатный цикл (цикл Кальвина-Бенсона-Бассама). Восстановительный цикл трикарбоновых кислот (цикл Арнона). Нециклический ацетил-КоА-путь фиксации CO_2 у автотрофных метаногенов и ацетогенных бактерий. Циклические пути ассимиляции C_1 -соединений у метилотрофов: рибулозомонофосфатный и сериновый.

Фиксация молекулярного азота. Симбиотическая азотфиксация. Ассимиляционная нитратредукция.

Потребности клетки в источниках фосфора и серы. Ассимиляция фосфатов. Ассимиляционная сульфатредукция.

Ассимиляция микроэлементов.

Тема 1.2. Биосинтез клеточных строительных блоков

Биосинтез углеводов. Образование основных фосфосахаров из центральных метаболитов-предшественников. Взаимопревращения фосфосахаров в пентозофосфатном цикле. Синтез пептидогликана и липополисахаридов. Биосинтез фосфолипидов и гликолипидов, нейтральных липидов (сквален, гопаноиды), каротиноидов. Пути биосинтеза аминокислот. Биосинтез мононуклеотидов.

Тема 1.3. Синтез вторичных метаболитов

Синтез антибиотиков. Токсинообразование. Биосинтез экзотоксинов и эндотоксинов бактерий, микотоксинов, алкалоидов. Биосинтез экзополисахаридов, ферментов, витаминов. Промышленное производство антибиотиков, ферментов и других продуктов микробного происхождения.

Раздел 2. Энергетический метаболизм прокариот

Тема 2.1. Субстратное фосфорилирование. Брожения

Пути сбраживания углеводов: фруктозо-бифосфатный; ксилулозо-5-фосфат-фосфокетотазный; 2-кето-3-дезоксиглюконоатный (КДФГ) и др.

Путь Эмбдена-Мейергофа-Парнаса (фруктозо-бифосфатный путь) – окислительная ветвь метаболизма. Модификации пути Эмбдена-Мейергофа-Парнаса у анаэробных восстанавливающих серу архей. Гомоферментативное молочнокислое брожение. Спиртовое брожение. Пропионовокислое брожение. Маслянокислое брожение. Брожение смешанного типа у энтеробактерий и бацилл.

Ксилулозо-5-фосфат-фосфокетотазный путь расщепления углеводов (путь Варбурга-Диккенса-Хореккера). Гетероферментативное молочнокислое брожение. Окислительный пентозофосфатный цикл.

2-кето-3-дезоксиглюконоатный путь разложения сахаров (путь Энтнера-Дудорова). Общая схема пути Энтнера-Дудорова. Разложение глюкозы по пути Энтнера-Дудорова у бактерий рода *Zytoplas*. Роль пути Энтнера-Дудорова у бактерий, осуществляющих гликолиз. Модификации пути Энтнера-Дудорова у галофильных архей. Нефосфорилирующий вариант пути Энтнера-Дудорова у архей рода *Thermoplasma* и *Sulfolobus*.

Путь сбраживания глюкозо-6-фосфат у *Bifidobacterium bifidum*.

Тема 2.2. Фотофосфорилирование. Аноксигенный и оксигенный фотосинтез прокариот

Аноксигенный фотосинтез. Строение фотосинтетического аппарата у бактерий. Фотохимические процессы и пути электронного транспорта. Циклический транспорт электронов. Нециклический путь переноса электронов. Фотофосфорилирование. Образование восстановителя при фотосинтезе. Экзогенные доноры электронов в аноксигенном фотосинтезе.

Оксигенный фотосинтез. Возникновение второй фотосистемы. Фотосинтетический аппарат цианобактерий: фотосистема II (H_2O :пластохинон-оксидоредуктаза); фотосистема I: пластоцианин:ферредоксин-оксидоредуктаза.

Бесхлорофильный фотосинтез галофильных архей. Структура бактериородопсина и его организация в пурпурной мембране. Механизм бесхлорофильного фотосинтеза у *Halobacterium halobium*.

Тема 2.3. Окислительное фосфорилирование. Аэробное и анаэробное дыхание прокариот

Аэробное дыхание. Цикл трикарбоновых кислот. Типы организации аэробных дыхательных цепей у прокариот. Структура аэробных дыхательных путей, содержащих и не содержащих хинолоксидазу. Компоненты дыхательной цепи. Дегидрогеназы, хиноны, редуктазы. Три основных типа оксидаз бактериальных дыхательных цепей: цитохром *c*-оксидазы, медьсодержащие хинолоксидазы, хинолоксидазы *bd*. Функционирование дыхательной цепи; механизмы, обеспечивающие образование протондвижущей силы. Особенности функционирования дыхательных цепей хемолитотрофных бактерий.

Анаэробное дыхание. Анаэробные электронтранспортные цепи. Нитратное и нитритное дыхание. Аннамокс. Аннамокс-планкомицеты. Серное дыхание. «Железное» дыхание. Карбонатное дыхание. Сульфатное дыхание. Арсенатное дыхание. Урановое дыхание. Получение энергии в процессе восстановительного дехлорирования. Фумаратное дыхание.

Раздел 3. Микробное разложение природных веществ и ксенобиотиков

Тема 3.1. Разложение биополимеров

Разложение целлюлозы. Классификация целлюлозолитических ферментов. Регуляция синтеза целлюлазных комплексов. Целлюлозоразрушающие микроорганизмы. Деградация целлюлозы в кишечном тракте травоядных животных.

Разложение крахмала и других α -глюканов микроорганизмами. Биодеструкция гемицеллюлозы, глюкозамингликанов (хитина и хитозана), пектина. Разложение агара.

Строение лигнина и номенклатура его компонентов. Микробная деградация лигнина. Механизм разложения лигнина мицелиальными грибами – возбудителями белой гнили.

Белки как субстраты для роста многих микроорганизмов. Классификация протеаз. Механизм микробного разложения белков. Микроорганизмы-протеолитики. Деградация рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот микроорганизмами.

Липиды – основной компонент клеточных мембран. Разложение триглицеридов. Субстратная специфичность липаз. Фосфолипазы. Окисление жирных кислот. Окисление глицерола. Окисление каротиноидов и стероидов. Липолитические микроорганизмы.

Тема 3.2. Аэробное и анаэробное окисление углеводов

Аэробное разложение углеводов. Продуцирование биосурфактантов. Механизмы поглощения углеводов микробной клеткой. Механизмы биодеградации линейных и разветвленных алканов и алкенов, циклоалифатических, ароматических и полиароматических углеводов. Анаэробное разложение углеводов. Углеводородоокисляющие микроорганизмы, их использование для биоремедиации нефтезагрязненных субстратов.

Тема 3.3. Биодеградация ксенобиотиков

Синтетические пути преобразования ксенобиотиков микроорганизмами. Разложение галогенсодержащих соединений. Утилизация микроорганизмами ароматических ксенобиотиков. Разложение пестицидов. Трансформация биоцидов, синтетических поверхностно-активных веществ. Биодеградация сложных ароматических и гетероциклических соединений (красителей, фармацевтических препаратов). Биодеструкция полимерных соединений, синтетических тканей и пластиков. Разложение полиэтилена, полипропилена, полистирола, поливинилхлорида и других устойчивых

полимерных смол. Кометаболизм. Микроорганизмы природных местообитаний, способные к трансформации ксенобиотиков.

Тема 3.4. Неполные окисления органических веществ

Неполное окисление простых органических субстратов аэробными бактериями. Окисление этанола и D-сорбитола уксуснокислыми бактериями. Превращение вторичных спиртов в кетоны. Использование уксуснокислых бактерий в биотехнологии. Неполное окисление глюкозы бактериями рода *Bacillus*.

Тема 3.5. Окисление неорганических соединений хемолитотрофами

Разнообразие типов метаболизма хемолитотрофных бактерий. Дыхательные электронтранспортные цепи хемолитотрофных бактерий. Окисление восстановленных соединений серы бесцветными серными бактериями. Окисление аммония и нитрита нитрифицирующими бактериями. Окисление водорода водородными бактериями. Окисление восстановленных соединений марганца и железа. Окисление оксида углерода карбоксибактериями.

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 практическ ая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	Тема 1.1	Ассимиляция макроэлементов и микроэлементов	2		Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
2.	Тема 1.2	Биосинтез клеточных строительных блоков	1		Коллоквиум Письменная работа	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
3.	Тема 1.3	Синтез вторичных метаболитов	2		Коллоквиум Реферат Тестирование	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
4.	Тема 2.1	Субстратное фосфорилирование. Брожения	2		Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
5.	Тема 2.2	Фотофосфорилирование. Аноксигенный и оксигенный фотосинтез прокариот	2		Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
6.	Тема 2.3	Окислительное фосфорилирование. Аэробное и анаэробное дыхание прокариот	2		Коллоквиум Письменная работа Реферат Тестирование	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
7.	Тема 3.1	Разложение биополимеров	2		Коллоквиум Реферат	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
8.	Тема 3.5	Окисление неорганических соединений хемолитотрофами	1		Коллоквиум Тестирование	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>

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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 1.1. Ассимиляция макроэлементов и микроэлементов	Самостоятельно изучить теоретический материал по вопросам: 1. Ассимиляция фосфатов. 2. Ассимиляция микроэлементов. Работа выполняется в письменной форме.	ПК-1	ИДК ПК 1.1
2.	Тема 1.2. Биосинтез клеточных строительных блоков	Самостоятельно изучить теоретический материал по вопросу: «Взаимопревращения фосфосахаров в пентозофосфатном цикле». Работа выполняется в письменной форме.	ПК-1	ИДК ПК 1.1
3.	Тема 2.1. Субстратное фосфорилирование. Брожения	Самостоятельно изучить теоретический материал по вопросам: 1. Характеристика гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий. 2. Характеристика <i>Sacchromyces cerevisiae</i> . Работа выполняется в письменной форме.	ПК-1	ИДК ПК 1.1
4.	Тема 2.2. Фотофосфорилирование. Аноксигенный и оксигенный фотосинтез прокариот	Самостоятельно изучить теоретический материал по вопросам: 1. Пигменты аноксигенных фототрофных бактерий. 2. Особенности метаболизма эритробактерий. Работа выполняется в письменной форме.	ПК-1	ИДК ПК 1.1
5.	Тема 2.3. Окислительное фосфорилирование. Аэробное и анаэробное дыхание прокариот	Самостоятельно изучить теоретический материал по вопросам: 1. Получение энергии в процессе восстановительного дехлорирования. 2. Фумаратное дыхание. Работа выполняется в письменной форме.	ПК-1	ИДК ПК 1.1
6.	Тема 3.4. Неполные окисления органических веществ	Самостоятельно изучить теоретический материал по вопросам: «Неполное окисление глюкозы бактериями рода <i>Bacillus</i> ». Работа выполняется в письменной форме.	ПК-1	ИДК ПК 1.1

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 «Метаболизм микроорганизмов» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы по соответствующим темам дисциплины.

- Подготовка к практическому занятию: состоит в теоретической подготовке к коллоквиуму, выполнении практических заданий (письменные работы, ответы на вопросы и т.д.).

- Написание рефератов.
- Подготовка к тестированию.
- Подготовка к экзамену.

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.

Структура реферата включает:

- Титульный лист.
- Содержание.
- Введение, где кратко формулируется проблема, цель и задачи реферата.
- Основная часть работы состоит из нескольких разделов, в которых излагается суть темы реферата.
- Заключение.
- Список использованной литературы.

При оформлении реферата следует придерживаться технических требований, предъявляемых к рефератам и курсовым работам, имеющихся на кафедре.

Критерии оценивания реферата:

- Оценка «отлично» выставляется в том случае, если в реферате полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса, материал изложен логично, последовательно, приведено не менее 10 литературных источников (среди которых преобладает литература за последние 5 лет), реферат оформлен в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к такого рода работам.
- Оценка «хорошо» – тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором, оформление реферата соответствует техническим требованиям.
- Оценка «удовлетворительно» – тема раскрыта поверхностно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, в оформлении имеются технические недостатки, список литературы содержит менее 5 источников.
- Оценка «неудовлетворительно» – тема не раскрыта, скудный объем приведенных материалов.

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

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1. Гусев М. В. Микробиологи : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – 6-е изд., стер. – М. : Академия, 2006. – 462 с. – ISBN 5-7695-2627-0.
2. Метаболизм микроорганизмов: практикум : учеб. пособие для студ. вузов по спец. «Биология» / ред. Н. С. Егоров. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 253 с.

3. Микробиология [Электронный ресурс] / Н. А. Белясова. – Минск : Высшая школа, 2012. – 443 с. – Режим доступа: ЭБС «Айбукс». – Неогранич. доступ. – ISBN 978-985-06-2131-3.

б) список авторских методических разработок:

1. Учебно-методические материалы (лекции-презентации по темам дисциплины, задания для самостоятельной работы), размещенные в ЭИОС ИГУ - <https://educa.isu.ru>.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная Электронная Библиотека <http://www.e-library.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)
3. ЭБС «ЮРАЙТ». Адрес доступа: <https://www.biblio-online.ru/>
4. <http://www.fptl.ru/biblioteka/biotehnologiya.html>
5. <http://www.medbook.net.ru/010512.shtml>
6. Союз образовательных сайтов - Естественные науки
7. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.
8. Google Scholar –Поисковая система по научной литературе.
9. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Аудитория для проведения занятий лекционного типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 25 посадочных мест; техническими средствами обучения: проектор Epson EB-X03, доска маркерная.

Аудитория для проведения занятий практического типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 15 посадочных мест; доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: проектор BenQ MS527.

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 PentiumG850, монитор BenQ G252HDA-1 шт.; системный блок Athlon 2 X2 250, монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; системный блок PentiumD 3.0GHz, монитор Samsung 740N – 3 шт.; моноблок IRU T2105P – 2 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор BenQG955 – 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 ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория оборудована специализированной мебелью на 3 посадочных места; ноутбук Lenovo П580, проектор BenQ MS521P.

6.2. Программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition;

Foxit PDF Reader 8.0;

LibreOffice 5.2.2.2;

Ubuntu 14.0;

АСТ-Тест Plus 4.0 (на 75 одновременных подключений) и Мастер-комплект (АСТ-Maker и АСТ-Converter).

6.3. Технические и электронные средства:

Учебно-методические материалы (лекции-презентации по темам дисциплины, задания для самостоятельной работы), размещенные в ЭИОС ИГУ - <https://educa.isu.ru>.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Метаболизм микроорганизмов» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

- *Лекция-визуализация.* Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.

- *Проблемная лекция.* В отличие от содержания информационной лекции, которое предлагается преподавателем в виде известного, подлежащего лишь запоминанию материала, на проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Лекция строится таким образом, что познания обучающегося приближаются к поисковой, исследовательской деятельности. Здесь участвуют мышление обучающегося и его личностное отношение к усваиваемому материалу.

- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения.

- *Коллоквиумы* – вид учебного занятия, проводимого с целью проверки и оценивания знаний учащихся. На коллоквиумах обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса. Коллоквиум может проводиться в форме индивидуальной беседы преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты высказывают свою точку зрения по определенному вопросу, защищают свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. В ходе коллоквиума могут также проверяться рефераты и другие работы студентов.

- *Самостоятельная работа студентов* (см. раздел 4.4).

- *Дистанционные образовательные технологии.* Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Биотехнология средств защиты растений» используются следующие технологии:

- кейсовая технология – форма дистанционного обучения, основанная на предоставлении обучающимся информационных образовательных ресурсов в виде

специализированных наборов учебно-методических комплексов с использованием различных видов носителей информации (кейсов);

- интернет-технология – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля

В качестве оценочных средств для входного контроля оценки уровня знаний студентов используются тесты с открытыми вопросами. *Тесты* – это испытания, позволяющие за сравнительно короткие промежутки времени оценить степень качества достижения каждым студентом целей обучения. Входное тестирование – это совокупность стандартизированных методов и средств, осуществляющих мониторинг преемственности знаний между ступенями образования. Такой тип тестирования разрешает два вопроса: выявление степени владения базовыми знаниями, умениями, навыками, необходимыми для начала обучения, и определение степени владения новым материалом до начала его изучения.

Тесты для входного контроля (демонстрационные варианты тестов)

1. При брожении АТФ образуется в результате:

- а) субстратного фосфорилирования
- б) фотофосфорилирования
- г) окислительного фосфорилирования

2. Укажите возбудителя спиртового брожения:

- а) *Saccharomyces cerevisiae*
- б) *Bacillus thuringiensis*
- в) *Clostridium butyricum*
- г) *Pseudomonas aeruginosa*

3. Аноксигенный фотосинтез протекает:

- а) без выделения O_2
- б) с выделением O_2
- в) с выделением CO_2
- г) с выделением N_2

17. Тип питания прокариот, использующих энергию света и органические вещества, называется:

- а) хемолитотрофный
- б) хемоорганотрофный
- в) фотолитотрофный
- г) фотоорганотрофный

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

В рамках дисциплины «Метаболизм микроорганизмов» используются следующие формы текущего контроля:

- коллоквиум;
- реферат;
- письменная работа;
- контроль самостоятельной работы;
- тестирование.

Фонд оценочных средств включает:

- вопросы для подготовки к коллоквиуму;
- перечень тем рефератов;
- вопросы для самостоятельного изучения;
- фонд тестовых заданий;
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. раздел III).

Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля

1. В цикле Арнона акцептором CO_2 является:

- а) рибулозо-1,5-дифосфат
- б) органические кислоты
- в) ацетил-КоА
- г) ацетилфосфат

2. У пурпурных серных бактерий донорами электронов при фотосинтезе являются все соединения, кроме:

- а) H_2S
- б) S
- в) H_2
- г) органические соединения
- д) Fe^{2+}

3. При «железном» дыхании конечным акцептором электронов являются:

- а) NO_3^-
- б) Fe^{2+}
- в) SO_4^{2-}
- г) S

4. Ключевой фермент гомоферментативного молочнокислого брожения:

- а) альдолаза
- б) алкогольдегидрогеназа
- в) нитрогеназа
- г) кротоназа

Темы рефератов

1. Симбиотическая азотфиксация.
2. Микотоксины: общая характеристика, классификация, механизм действия.
3. Биосинтез афлатоксинов *Aspergillus flafus*.
4. Биосинтез экзотоксинов и эндотоксинов у патогенных бактерий.
5. Алкалоиды: химический состав, использование в фармацевтике и медицине.
6. Синтез экзополисахаридов микроорганизмами, их практическое применение.
7. Брожение смешанного типа у энтеробактерий.
8. Метаболизм гелиобактерий.
9. Урановое дыхание.
10. Микробное разложение целлюлозы.
11. Разложение крахмала микроорганизмами.
12. Микробная деградация лигнина.
13. Микробное разложение белков.
14. Микробное разложение нуклеиновых кислот.
15. Микробное разложение липидов.
16. Биодеструкция хитина и агара.
17. Микробное окисление углеводов.
18. Биодеградация пестицидов.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации – **экзамен**. Система оценок: пятибалльная. Оценочные средства 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-1, заявленной в разделе III.

Примерный список вопросов к экзамену

1. Автотрофная фиксация CO_2 у фототрофных и хемотрофных эубактерий.
2. Восстановительный пентозофосфатный цикл (цикл Кальвина-Бенсона-Бассама).
3. Восстановительный цикл трикарбоновых кислот (цикл Арнона).
4. Нециклический ацетил-КоА-путь фиксации CO_2 у автотрофных метаногенов и ацетогенных эубактерий.
5. Циклические пути ассимиляции C_1 -соединений у метилотрофов: рибулозомонофосфатный и сериновый.
6. Фиксация молекулярного азота. Симбиотическая азотфиксация.
7. Ассимиляционная нитратредукция.
8. Ассимиляция фосфатов.
9. Ассимиляционная сульфатредукция.
10. Ассимиляция микроэлементов.
11. Биосинтез углеводов.
12. Взаимопревращения фосфосахаров в пентозофосфатном цикле.
13. Синтез пептидогликана и липополисахаридов.
14. Биосинтез фосфолипидов и гликолипидов, нейтральных липидов, каротиноидов.
15. Пути биосинтеза аминокислот.
16. Биосинтез моонуклеотидов.
17. Синтез антибиотиков.
18. Биосинтез экзотоксинов и эндотоксинов бактерий, микотоксинов, алкалоидов.
19. Промышленное производство продуктов микробного происхождения.
20. Путь Эмбдена-Мейергофа-Парнаса (фруктозо-бифосфатный путь). Модификации пути Эмбдена-Мейергофа-Парнаса у анаэробных восстанавливающих серу архей. Гомоферментативное молочнокислое брожение.
21. Спиртовое брожение.
22. Пропиеновокислое брожение.
23. Маслянокислое брожение.
24. Брожение смешанного типа у энтеробактерий и бацилл.
25. Ксилулозо-5-фосфат-фосфокетотазный путь расщепления углеводов (путь Варбурга-Диккенса-Хореккера). Гетероферментативное молочнокислое брожение. Окислительный пентозофосфатный цикл.
26. 2-кето-3-дезоксиглюкозо-6-фосфоглюконатный путь разложения сахаров (путь Энтнера-Дудорова). Общая схема пути Энтнера-Дудорова.
27. Модификации пути Энтнера-Дудорова у галофильных архей.
28. Нефосфорилирующий вариант пути Энтнера-Дудорова у архей рода *Thermoplasma* и *Sulfolobus*.
29. Путь сбраживания глюкозо-6-фосфат у *Bifidobacterium bifidum*.
30. Аноксигенный фотосинтез.
31. Оксигенный фотосинтез.
32. Бесхлорофильный фотосинтез галофильных архей.
33. Аэробное дыхание.
34. Анаэробное дыхание.
35. Разложение целлюлозы. Микроорганизмы-целлюлозолитики.
36. Разложение крахмала и других α -глюканов микроорганизмами.

37. Разложение гемицеллюлозы, глюкозамингликанов (хитина и хитозана), пектина.
38. Микробная деградация лигнина.
39. Микробное разложение белков. Группы протеолитических микроорганизмов.
40. Деградация рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот микроорганизмами.
41. Микробное разложение липидов. Липолитические микроорганизмы.
42. Механизмы биodeградации линейных и разветвленных алканов и алкенов, циклоалифатических, ароматических и полиароматических углеводов.
43. Анаэробное разложение углеводов.
44. Биodeградация ксенобиотиков. Микроорганизмы, способные к трансформации ксенобиотиков.
45. Неполные окисления органических веществ.
46. Дыхательные электрон-транспортные цепи хемолитотрофных бактерий.
47. Окисление восстановленных соединений серы бесцветными серными бактериями.
48. Окисление аммония и нитрита нитрифицирующими бактериями.
49. Окисление водорода водородными бактериями.
50. Окисление восстановленных соединений марганца и железа.
51. Окисление оксида углерода карбоксидобактериями.

Разработчик:

Вятчина
подпись)

доцент О. Ф. Вятчина

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.04.01 «Биология», профилю подготовки «Микробиология и вирусология».

Программа рассмотрена на заседании кафедры микробиологии

«10» марта 2025 г.

Протокол № 7

Зав. кафедрой Вятчина О. Ф. Вятчина

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