



## 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

«24» марта 2023 г.

### Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины: Б1.В.4 «**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ  
МИКРООРГАНИЗМОВ**»

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Микробиология»

Квалификация выпускника: Бакалавр

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

Согласовано с УМК  
биолого-почвенного факультета  
Протокол № 5 от «24» марта 2023 г.

Председатель \_\_\_\_\_ А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:  
Протокол № 5  
От «10» февраля 2023 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Б. Н. Огарков

Иркутск 2023 г.

## Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины .....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины .....	3
IV. Содержание и структура дисциплины .....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине ...	7
4.3 Содержание учебного материала .....	14
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	16
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	19
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов ...	20
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	21
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	22
а) перечень литературы .....	22
б) список авторских методических разработок .....	22
в) базы данных, поисково-справочные и информационные системы .....	22
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	22
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	22
6.2. Программное обеспечение .....	23
6.3. Технические и электронные средства обучения .....	23
VII. Образовательные технологии .....	23
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....	24

## I. Цель и задачи дисциплины:

**Цель:** формирование у студентов знаний об основных процессах жизнедеятельности микробных клеток и способности применять их для решения профессиональных задач научно-исследовательского типа в области микробиологии.

### **Задачи:**

- получение знаний о молекулярной организации, составе микробных клеток, фазах вегетативного клеточного цикла, механизмах транспорта веществ;
- изучение потребностей микроорганизмов в питательных веществах, типов питания и условий культивирования микроорганизмов;
- формирование знаний о параметрах микробного роста, росте микроорганизмов в периодической и непрерывной культуре, влиянии физико-химических факторов на рост микроорганизмов;
- изучение методов определения количества клеток и микробной массы;
- получение знаний об функциональных особенностях ферментов микроорганизмов, процессах биосинтеза основных клеточных компонентов и вторичных метаболитов у микроорганизмов;
- формирование знаний о протекании энергетических процессов у микроорганизмов.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

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

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Микробиология и вирусология», «Органическая химия», «Биохимия», «Цитология и систематика микроорганизмов».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Антибиотики», «Биоремедиация», «Биоповреждения», «Промышленная микробиология и биотехнология», «Пищевая микробиология», «Экобиотехнология», «Большой практикум по профилю», выполнение ВКР.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.03.01 «Биология», профиль «Микробиология»:

ПК-1: Способен использовать базовые теоретические знания о разнообразии микроорганизмов, их строении, физиологии, метаболизме, генетике, систематике, особенностях распространения в различных средах обитания, роли в экосистемах и биосфере при решении профильных научно-исследовательских задач.

ПК-3: Способен использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы и генетического конструирования микроорганизмов, необходимых для решения промышленных, сельскохозяйственных, медицинских и экологических проблем.

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 способен использовать базовые знания о	ИДК ПК 1.1 Использует знания о	Знать: молекулярную организацию микробных клеток, механизмы транспорта веществ, фазы вегетативного клеточного

разнообразии микроорганизмов, их строения, физиологии, метаболизме, генетике, систематике, особенностях распространения в различных средах обитания, роли в экосистемах и биосфере при решении профильных научно-исследовательских задач.	разнообразии микроорганизмов, их строения, физиологии, метаболизме, генетике, систематике, экологии для решения профильных научно-исследовательских и производственных задач.	цикла, особенности физиологии роста, конструктивного и энергетического метаболизма у микроорганизмов. Уметь: использовать полученные теоретические знания для решения профессиональных задач в области микробиологии, а также для освоения последующих дисциплин микробиологического профиля. Владеть: специальной терминологией.
	<i>ИДК ПК 1.2</i> Применяет методические подходы для разработки и проведения научного эксперимента.	Знать: основные методические подходы, необходимые для исследования физиологии и метаболизма микроорганизмов. Уметь: использовать специальные методические подходы для решения профессиональных задач в области физиологии и биохимии микроорганизмов. Владеть: приемами основных методов исследования, используемых при изучении физиологии и биохимии микроорганизмов.
	<i>ИДК ПК 1.3</i> Работает со специальной методической литературой, реферировать научные труды, составляет научные аналитические обзоры.	Знать: основные принципы информационно-поисковых систем, приемы работы с научной и методической литературы в области физиологии и биохимии микроорганизмов. Уметь: осуществлять поиск научной литературы по теме исследования, ее реферирование. Владеть: навыками написания и оформления рефератов, подготовки докладов и материалов к презентациям по определенным темам.
<i>ПК-3</i> способен использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы и генетического конструирования микроорганизмов, необходимых для решения промышленных, сельскохозяйственных, медицинских и экологических проблем.	<i>ИДК ПК 3.1</i> Использует теоретические знания о микробиологических процессах, основных свойствах штаммов-продуцентов, перспективных для биотехнологии.	Знать: основные микробиологические процессы, которые используются в технологии пищевых производств, для получения антимикробных агентов и других индивидуальных веществ микробного происхождения. Уметь: использовать теоретические знания для решения профессиональных задач. Владеть: методами изучения свойств микроорганизмов, важных для биотехнологии.
	<i>ИДК ПК 3.2</i> Применяет методические подходы для поиска, выделения и отбора перспективных штаммов микроорганизмов, продуктов их жизнедеятельности.	Знать: методические подходы, применяемые для выделения микроорганизмов определенных таксономических и физиологических групп. Уметь: использовать принципы селективности для выделения микроорганизмов разных таксономических и физиологических групп, перспективных для биотехнологии. Владеть: методами подбора, приготовления питательных сред и условий культивирования микроорганизмов разных таксономических и физиологических групп.

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, в том числе 0,72 зачетных единицы, 26 часов на экзамен. Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 29 часов.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

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

№ п/н	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	
<b>Раздел 1. Молекулярная организация микробных клеток. Транспортные системы микроорганизмов</b>										
1	Тема 1.1. Молекулярная организация и состав микробных клеток	6	3		1	1	-	1	Коллоквиум Тестирование	
2	Тема 1.2. Механизмы транспорта веществ у микроорганизмов	6	3		1	1	-	1	Коллоквиум Тестирование	
<b>Раздел 2. Физиология роста микроорганизмов</b>										
3	Тема 2.1. Рост и размножение. Клеточный цикл	6	3		1	1	-	1	Коллоквиум Тестирование Письменная работа	
4	Тема 2.2. Потребности микроорганизмов в питательных веществах	6	5		1	1	-	3	Коллоквиум Реферат Доклад	

									Тестирование Письменная работа
5	Тема 2.3. Типы питания микроорганизмов	6	4		1	1	-	2	Коллоквиум Реферат Доклад Тестирование Письменная работа
6	Тема 2.4. Элективные методы культивирования	6	6		-	4	-	2	Отчет по лабораторной работе Тестирование Ситуационная задача
7	Тема 2.5. Параметры микробного роста	6	3		1	1	-	1	Коллоквиум Решение задач
8	Тема 2.6. Методы определения количества клеток микроорганизмов и микробной массы	6	5		-	4	-	1	Отчет по лабораторной работе
9	Тема 2.7. Рост микроорганизмов в периодической культуре	6	4		1	1	-	2	Коллоквиум Решение задачи
10	Тема 2.8. Непрерывное культивирование	6	3			1	-	2	Коллоквиум Решение задачи Письменная работа
11	Тема 2.9. Влияние физико-химических факторов на рост микроорганизмов	6	6		1	4	-	1	Отчет по лабораторной работе
<b>Раздел 3. Метаболизм микроорганизмов</b>									
12	Тема 3.1. Общая характеристика метаболизма микроорганизмов	6	3		1	1	-	1	Коллоквиум Тестирование
13	Тема 3.2. Микробные ферменты	6	4		1	1	-	2	Коллоквиум Тестирование
14	Тема 3.3. Синтез микроорганизмами основных клеточных компонентов	6	7,14		4	1	0,14	2	Коллоквиум
15	Тема 3.4. Вторичный метаболизм	6	5,14		2	1	0,14	2	Коллоквиум Тестирование
16	Тема 3.5. Пути фиксации углекислого газа у микроорганизмов	6	5,14		2	1	0,14	2	Коллоквиум Тестирование
17	Тема 3.6. Диязотрофия	6	5		2	1	-	2	Коллоквиум Тестирование Письменная работа
18	Тема 3.7. Брожения	6	10,14		4	2	0,14	4	Коллоквиум

									Тестирование Письменная работа Реферат Доклад
19	Тема 3.8. Аноксигенный фотосинтез	6	6,14		2	1	0,14	3	Коллоквиум Тестирование Письменная работа Реферат Доклад
20	Тема 3.9. Аэробное дыхание	6	9,14		4	2	0,14	3	Коллоквиум Тестирование Письменная работа Реферат Доклад
21	Тема 3.10. Анаэробное дыхание	6	6,14		2	1	0,14	3	Коллоквиум Тестирование Письменная работа Реферат Доклад
		6							Экзамен

#### 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.)		
6	<b>Раздел 1. Молекулярная организация микробных клеток. Транспортные системы микроорганизмов</b>					
6	Тема 1.1. Молекулярная организация и состав микробных клеток	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	25 нед.	1	Коллоквиум Тестирование	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) 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.)		
6	Тема 1.2. Механизмы транспорта веществ у микроорганизмов	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	25 нед.	1	Коллоквиум Тестирование	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	<b>Раздел 2. Физиология роста микроорганизмов</b>					
6	Тема 2.1. Рост и размножение. Клеточный цикл	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельно изучение теоретического материала по вопросам (выполнение в виде письменной работы): 1. Клеточный цикл миксобактерий. 2. Клеточный цикл бактерий рода <i>Bacillus</i> .	26 нед.	1	Коллоквиум Тестирование Письменная работа	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 2.2. Потребности микроорганизмов в питательных веществах	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельная работа (выполнение в виде письменной работы): указать, какие источники основных химических элементов используют следующие виды бактерий: <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Rhizobium binae</i> , <i>Azotobacter chroococcum</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> . Подготовка реферата / доклада с презентацией.	27 нед.	3	Коллоквиум Реферат Доклад Тестирование Письменная работа	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) 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.)		
6	Тема 2.3. Типы питания микроорганизмов	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельно изучение теоретического материала по вопросам (выполнение в виде письменной работы): 1. Группировки микроорганизмов по используемым субстратам. 2. Группировки бактерий-газотрофов. Подготовка реферата / доклада с презентацией.	27 нед.	2	Коллоквиум Реферат Доклад Тестирование Письменная работа	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 2.4. Элективные методы культивирования	Выполнение отчета по лабораторной работе. Решение ситуационных задач.	28 нед.	2	Отчет по лабораторной работе Тестирование Ситуационная задача	Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. вузов / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук и др.; Под ред. А. И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 604 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 2.5. Параметры микробного роста	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Решение задач.	29 нед.	1	Коллоквиум Решение задач	Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 2.6. Методы определения количества клеток микроорганизмов и микробной массы	Выполнение отчета по лабораторной работе.	29 нед.	1	Отчет по лабораторной работе	Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. вузов / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук и др.; Под ред. А. И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 604 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) 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.)		
6	Тема 2.7. Рост микроорганизмов в периодической культуре	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Решение задач.	30 нед.	2	Коллоквиум Решение задачи	Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 2.8. Непрерывное культивирование	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Решение задач. Самостоятельно изучение теоретического материала по вопросу (выполнение в виде письменной работы): «Рост микроорганизмов в турбидостате».	30 нед.	2	Коллоквиум Решение задачи Письменная работа	Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 2.9. Влияние физико-химических факторов на рост микроорганизмов	Выполнение отчета по лабораторной работе.	30 нед.	1	Отчет по лабораторной работе	Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. вузов / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук и др.; Под ред. А. И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 604 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	<b>Раздел 3. Метаболизм микроорганизмов</b>					
6	Тема 3.1. Общая характеристика метаболизма микроорганизмов	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	31 нед.	1	Коллоквиум Тестирование	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) 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.)		
6	Тема 3.2. Микробные ферменты	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	31 нед.	2	Коллоквиум Тестирование	Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 3.3. Синтез микроорганизмами основных клеточных компонентов	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	32 нед.	2	Коллоквиум	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 3.4. Вторичный метаболизм	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	33 нед.	2	Коллоквиум Тестирование	Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 3.5. Пути фиксации углекислого газа у микроорганизмов	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	34 нед.	2	Коллоквиум Тестирование	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) 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.)		
6	Тема 3.6. Диязотрофия	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельно изучение теоретического материала по вопросу (выполнение в виде письменной работы): «Фиксация молекулярного азота актинобактериями р. <i>Frankia</i> ».	35 нед.	2	Коллоквиум Тестирование Письменная работа	Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 3.7. Брожения	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельно изучение теоретического материала по вопросам (выполнение в виде письменной работы): 1. Образование спирта анаэробными бактериями <i>Sarcina ventriculi</i> и <i>Erwinia amylovora</i> . 2. Пути образования нейтральных продуктов при маслянокислом брожении. 3. Сбраживание гетероциклических азотсодержащих соединений клостридиями. Подготовка реферата / доклада с презентацией (см. п. VIII).	36 нед.	4	Коллоквиум Тестирование Письменная работа Реферат Доклад	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 3.8. Аноксигенный фотосинтез	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельно изучение теоретического материала по вопросам (выполнение в виде письменной работы): 1. Пигменты фотосинтезирующих бактерий. 2. Метаболизм эритробактерий. Подготовка реферата / доклада с презентацией (см. п. VIII).	37 нед.	3	Коллоквиум Тестирование Письменная работа Реферат Доклад	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) 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.)		
6	Тема 3.9. Аэробное дыхание	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельно изучение теоретического материала по вопросам (выполнение в виде письменной работы): 1. Ферментные системы защиты аэробных микроорганизмов от токсического действия производных O <sub>2</sub> . 2. Ацидофильные железобактерии. Подготовка реферата / доклада с презентацией (см. п. VIII).	38 нед.	3	Коллоквиум Тестирование Письменная работа Реферат Доклад	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Емцев В. Т. Микробиология : учеб. для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – М. : Дрофа, 2006. – 445 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
6	Тема 3.10. Анаэробное дыхание	Подготовка к практическому занятию (коллоквиуму) с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельно изучение теоретического материала по вопросу (выполнение в виде письменной работы): «Серное дыхание». Подготовка реферата / доклада с презентацией (см. п. VIII).	39 нед.	3	Коллоквиум Тестирование Письменная работа Реферат Доклад	Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с. Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 41						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 8						

### **4.3 Содержание учебного материала**

#### **Раздел 1. Молекулярная организация микробных клеток. Транспортные системы микроорганизмов**

##### **Тема 1.1. Молекулярная организация и состав микробных клеток**

Элементарный состав микробных клеток. Макромолекулы, входящие в состав микробной клетки. Низкомолекулярные органические вещества и неорганические соединения.

##### **Тема 1.2. Механизмы транспорта веществ у микроорганизмов**

Механизмы мембранного транспорта у микроорганизмов. Транспортные системы прокариот. Пассивная диффузия. Облегченная диффузия. Перенос сахаров, сопряженный с химической модификацией молекул. Активный транспорт. Унипорт, симпорт, антипорт.

#### **Раздел 2. Физиология роста микроорганизмов**

##### **Тема 2.1. Рост и размножение. Клеточный цикл**

Понятия «рост клеток микроорганизмов» и «рост популяций микроорганизмов». Способы размножения прокариотных организмов. Вегетативный клеточный цикл у прокариот. Влияние условий роста на время начала и продолжительность клеточного цикла.

##### **Тема 2.2. Потребности микроорганизмов в питательных веществах**

Потребности микроорганизмов в питательных веществах. Источники углерода. Источники азота. Потребности в источниках серы и фосфора. Необходимость ионов металлов. Потребности в факторах роста. Прототрофы и ауксотрофы.

##### **Тема 2.3. Типы питания микроорганизмов**

Фототрофы и хемотрофы. Литотрофы и органотрофы. Автотрофы и гетеротрофы. Разнообразие типов питания и способов существования прокариот. Явление миксотрофии у прокариот.

##### **Тема 2.4. Элективные методы культивирования**

Принципы методов выделения культур микроорганизмов из природных и других сред обитания. Принцип элективности С. Н. Виноградского. Элективные среды. Селективные физико-химические условия культивирования. Накопительные и чистые культуры микроорганизмов.

##### **Тема 2.5. Параметры микробного роста**

Сбалансированный рост. Экспоненциальный рост микроорганизмов. Время генерации клеток. Удельная скорость роста. Выход биомассы.

##### **Тема 2.6. Методы определения количества клеток микроорганизмов и микробной массы**

Определение количества клеток. Метод прямого подсчета. Определение количества клеток путем высева на плотные питательные среды. Метод определения наиболее вероятного числа клеток микроорганизмов. Турбидометрия. Нефелометрия. Определение биомассы взвешиванием. Определение содержания микробного белка. Определение содержания азота и углерода. Определение прироста биомассы по метаболическим параметрам (поглощение  $O_2$ , выделение  $CO_2$ ).

### **Тема 2.7. Рост микроорганизмов в периодической культуре**

Понятие «периодическая культура». Кривая роста периодической культуры. Фазы роста. Параметры кривой роста: удельная скорость роста, выход биомассы. Диауксия.

### **Тема 2.8. Непрерывное культивирование**

Понятие «непрерывная культура». Рост в хемостате. Принцип работы хемостата. Скорость потока. Скорость разведения. Скорость вымывания. Скорость прироста. Установление постоянной плотности микроорганизмов. Зависимость удельной скорости роста от концентрации лимитирующего рост субстрата. Кривая насыщения. Уравнение Моно. Значение метода непрерывного культивирования для изучения физиологии микроорганизмов, отношений «конкуренция – сосуществование» и т.д. Использование непрерывного культивирования в промышленности. Рост микроорганизмов в турбидостате.

### **Тема 2.9. Влияние физико-химических факторов на рост микроорганизмов**

Влияние pH среды на рост микроорганизмов. Регуляция pH среды. Влияние температуры на рост. Аэрация. Контроль за аэрацией среды. Культивирование анаэробных микроорганизмов. Культивирование автотрофных и других микроорганизмов, требующих присутствия в среде CO<sub>2</sub>. Активность воды и осмотическое давление. Свет и культивирование микроорганизмов. Культивирование фототрофных микроорганизмов.

## **Раздел 3. Метаболизм микроорганизмов**

### **Тема 3.1. Общая характеристика метаболизма микроорганизмов**

Основные понятия. Определение понятий «энергетический метаболизм» и «конструктивный метаболизм». АТФ – универсальный переносчик энергии в клетке. Пути синтеза АТФ в клетке. Субстратное фосфорилирование. Мембранное фосфорилирование: фотофосфорилирование, окислительное фосфорилирование. Электронтранспортная цепь и ее компоненты.

### **Тема 3.2. Микробные ферменты**

Классификация и номенклатура ферментов. Экзо- и эндоферменты бактерий. Методы выявления ферментов бактерий.

### **Тема 3.3. Синтез микроорганизмами основных клеточных компонентов**

Биосинтез углеводов. Биосинтез липидов. Биосинтез аминокислот. Биосинтез мононуклеотидов. Биосинтез пептидогликана.

### **Тема 3.4. Вторичный метаболизм**

Синтез антибиотиков. Токсинообразование. Экзотоксины и эндотоксины бактерий. Микотоксины, алкалоиды. Биосинтез экзополисахаридов, ферментов, витаминов.

### **Тема 3.5. Пути фиксации углекислого газа у микроорганизмов**

Автотрофная фиксация CO<sub>2</sub> у фототрофных и хемотрофных бактерий. Цикл Кальвина-Бенсона-Бассама (восстановительный пентозофосфатный цикл). Цикл Арнона (восстановительный цикл трикарбоновых кислот). Нециклический ацетил-КоА-путь фиксации CO<sub>2</sub> у автотрофных метаногенов и ацетогенных бактерий.

### **Тема 3.6. Диязотрофия**

Фиксация молекулярного азота симбиотическими бактериями. Фиксация азота свободноживущими бактериями. Биохимия процесса азотфиксации.

### Тема 3.7. Брожения

Пути сбраживания углеводов: гликолитический путь (путь Эмбдена-Мейергофа-Парнаса), окислительный пентозофосфатный (путь Варбурга-Диккенса-Хореккера), 2-кето-3-дезоксигликолевый (путь Энтнера-Дудорова). Гомоферментативное молочнокислое брожение. Спиртовое брожение. Пропионовокислое брожение. Маслянокислое брожение. Гетероферментативное молочнокислое брожение. Брожение, осуществляемое бифидобактериями. Путь Энтнера-Дудорова.

### Тема 3.8. Аноксигенный фотосинтез

Бактериородопсиновый фотосинтез галобактерий. Аноксигенный фотосинтез пурпурных и зеленых бактерий.

### Тема 3.9. Аэробное дыхание

Аэробное дыхание. Цикл трикарбоновых кислот. Типы организации аэробных дыхательных цепей у прокариот. Функционирование дыхательной цепи; механизмы, обеспечивающие образование протондвижущей силы. Неполные окисления. Аэробные хемоорганогетеротрофные бактерии. Особенности функционирования дыхательных цепей хемолитотрофных бактерий. Хемолитоавтотрофные бактерии.

### Тема 3.10. Анаэробное дыхание

Определение понятия «анаэробное дыхание». Доноры и акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании. Анаэробные дыхательные цепи. Нитратное дыхание. Денитрифицирующие бактерии, их роль в природе. Сульфатное и серное дыхание. Характеристика сульфат- и сероредуцирующих бактерий и архей. Карбонатное дыхание. Характеристика метаногенных архей. Механизм метаногенеза. «Железное» дыхание. Железоредуцирующие бактерии. Аннамокс. Аннамокс-планкомицеты. Фумаратное дыхание.

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

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоёмкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
<b>Раздел 1. Молекулярная организация микробных клеток. Транспортные системы микроорганизмов</b>						
1	Тема 1.1.	Коллоквиум «Молекулярная организация и состав микробных клеток»	1		Коллоквиум Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
2	Тема 1.2.	Коллоквиум «Механизмы транспорта веществ у микроорганизмов»	1		Коллоквиум Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
<b>Раздел 2. Физиология роста микроорганизмов</b>						
3	Тема 2.1.	Коллоквиум «Рост клеток. Клеточный цикл»	1		Коллоквиум Тестирование Письменная работа	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
4	Тема 2.2.	Коллоквиум «Потребности микроорганизмов в питательных веществах»	1		Коллоквиум Реферат Доклад Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>



					е Письменная работа	<b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
5	<b>Тема 2.3.</b>	Коллоквиум «Типы питания микроорганизмов»	1		Коллоквиум Реферат Доклад Тестирование Письменная работа	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
6	<b>Тема 2.4.</b>	Лабораторная работа № 1 «Элективные методы культивирования»	4		Отчет по лабораторной работе Тестирование Ситуационная задача	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
7	<b>Тема 2.5.</b>	Коллоквиум «Параметры микробного роста»	1		Коллоквиум Решение задач	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
8	<b>Тема 2.6.</b>	Лабораторная работа № 2 «Методы определения количества клеток микроорганизмов»	4		Отчет по лабораторной работе	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
9	<b>Тема 2.7.</b>	Коллоквиум «Рост микроорганизмов в периодической культуре»	1		Коллоквиум Решение задачи	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
10	<b>Тема 2.8.</b>	Коллоквиум «Непрерывное культивирование»	1		Коллоквиум Решение задачи Письменная работа	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
11	<b>Тема 2.9.</b>	Лабораторная работа № 3 «Влияние физико-химических факторов на рост микроорганизмов»	4		Отчет по лабораторной работе	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
<b>Раздел 3. Метаболизм микроорганизмов</b>						
12	<b>Тема 3.1.</b>	Коллоквиум «Общая характеристика метаболизма микроорганизмов»	1		Коллоквиум Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
13	<b>Тема 3.2.</b>	Коллоквиум «Микробные ферменты»	1		Коллоквиум Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>

						<b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
14	<b>Тема 3.3.</b>	Коллоквиум «Синтез микроорганизмами основных клеточных компонентов»	1		Коллоквиум	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
15	<b>Тема 3.4.</b>	Коллоквиум «Вторичный метаболизм»	1		Коллоквиум Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
16	<b>Тема 3.5.</b>	Коллоквиум «Пути фиксации углекислого газа у микроорганизмов»	1		Коллоквиум Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
17	<b>Тема 3.6.</b>	Коллоквиум «Диазотрофия»	1		Коллоквиум Тестирование Письменная работа	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
18	<b>Тема 3.7.</b>	Коллоквиум «Брожения»	2		Коллоквиум Тестирование Письменная работа Реферат Доклад	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
19	<b>Тема 3.8.</b>	Коллоквиум «Аноксигенный фотосинтез»	1		Коллоквиум Тестирование Письменная работа Реферат Доклад	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
20	<b>Тема 3.9.</b>	Коллоквиум «Аэробное дыхание»	2		Коллоквиум Тестирование Письменная работа Реферат Доклад	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
21	<b>Тема 3.10.</b>	Коллоквиум «Анаэробное дыхание»	1		Коллоквиум Тестирование Письменная работа Реферат Доклад	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>

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

1.	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
<b>Раздел 2. Физиология роста микроорганизмов</b>				
1.	Тема 2.1. Рост и размножение. Клеточный цикл	Изучить теоретический материал по вопросам (выполнение в виде письменной работы): 1. Клеточный цикл миксобактерий. 2. Клеточный цикл бактерий рода <i>Bacillus</i> .	ПК-1	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.3
2.	Тема 2.2. Потребности микроорганизмов в питательных веществах	Выполнить самостоятельную работу (выполнение в виде письменной работы): указать, какие источники основных химических элементов используют следующие виды бактерий: <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Rhizobium binae</i> , <i>Azotobacter chroococcum</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> .	ПК-1  ПК-3	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3  ИДК ПК 3.1 ИДК ПК 3.2
3.	Тема 2.3. Типы питания микроорганизмов	Изучить теоретический материал по вопросам (выполнение в виде письменной работы): 1. Группировки микроорганизмов по используемым субстратам. 2. Группировки бактерий-газотрофов.	ПК-1  ПК-3	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3  ИДК ПК 3.1 ИДК ПК 3.2
4.	Тема 2.8. Непрерывное культивирование	Изучить теоретический материал по вопросу (выполнение в виде письменной работы): «Рост микроорганизмов в турбидостате».	ПК-1  ПК-3	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3  ИДК ПК 3.1 ИДК ПК 3.2
<b>Раздел 3. Метаболизм микроорганизмов</b>				
5.	Тема 3.6. Диазотрофия	Изучить теоретический материал по вопросу (выполнение в виде письменной работы): «Фиксация молекулярного азота актинобактериями р. <i>Frankia</i> ».	ПК-1  ПК-3	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3  ИДК ПК 3.1 ИДК ПК 3.2
6.	Тема 3.7. Брожения	Изучить теоретический материал по вопросам (выполнение в виде письменной работы): 1. Образование спирта анаэробными бактериями <i>Sarcina ventriculi</i> и <i>Erwinia amylovora</i> . 2. Пути образования нейтральных продуктов при маслянокислом брожении. 3. Сбраживание гетероциклических азотсодержащих соединений клостридиями.	ПК-1  ПК-3	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3  ИДК ПК 3.1 ИДК ПК 3.2
7.	Тема 3.8. Аноксигенный фотосинтез	Изучить теоретический материал по вопросам (выполнение в виде письменной работы): 1. Пигменты фотосинтезирующих бактерий. 2. Метаболизм эритробактерий.	ПК-1	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
8.	Тема 3.9. Аэробное дыхание	Изучить теоретический материал по вопросам (выполнение в виде письменной работы): 1. Ферментные системы защиты аэробных микроорганизмов от токсического действия производных O <sub>2</sub> . 2. Ацидофильные железобактерии.	ПК-1  ПК-3	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3  ИДК ПК 3.1 ИДК ПК 3.2

9.	Тема Анаэробное дыхание	3.10.	Изучить теоретический материал по вопросу (выполнение в виде письменной работы): «Серное дыхание».	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
----	-------------------------------	-------	--	------	---

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

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

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Физиология и биохимия микроорганизмов» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

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

*Письменные работы.* Для изучения тем, не изложенных в лекции, рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме.

*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.

При выполнении реферата по дисциплине «Физиология и биохимия микроорганизмов» следует придерживаться структуры:

- Титульный лист.
- Содержание.
- Систематическое положение данного вида бактерии/археи.
- История открытия и изучения данного вида бактерии/археи (кратко).
- Морфология.
- Культуральные свойства: описание роста в жидких средах, описание роста на плотных средах (описание колоний данного вида).
- Потребности в источниках углерода, азота, серы и других элементов.
- Питательные среды, используемые для культивирования данного вида, для изучения его физиолого-биохимических свойств (среды приводить с составом).
- Отношение к факторам среды (молекулярному кислороду, температуре, рН, солености среды и другим факторам)
- Тип метаболизма: способ существования (хемоорганогетеротрофия, фотолитоавтотрофия и т.д.), способ получения энергии (брожения, дыхание и т.д.)
- Значение для человека / роль в природе / практическое применение (кратко).
- 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.

*Устный доклад* – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

*Ситуационные задачи.* Специфика ситуационной задачи заключается в том, что она носит ярко выраженный практико-ориентированный характер, но для ее решения необходимо конкретное предметное знание.

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

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

### **а) перечень литературы**

1. Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с.
2. Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с.
3. Емцев В. Т. Микробиология : учеб. для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – М. : Дрофа, 2006. – 445 с.
4. Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. вузов / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук и др.; Под ред. А. И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 604 с.

### **б) список авторских методических разработок:**

Учебно-методические материалы (лекции-презентации по темам дисциплины, вопросы для подготовки к коллоквиумам, 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; учебно-наглядными пособиями: таблицы – 12 шт., презентации в количестве 5 шт.

Аудитория для проведения занятий практического типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 15 посадочных мест; доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: проектор BenQ MS527; учебно-наглядными пособиями: таблицы – 12 шт., презентации в количестве 5 шт.

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 P580, проектор BenQ MS521P; наглядные пособия – таблицы (31 шт.).

### **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:**

Презентации к лекциям по всем разделам и темам дисциплины, размещенные на образовательном портале ИГУ ([educa.isu.ru](http://educa.isu.ru)).

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для освоения дисциплины «Физиология и биохимия 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. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.

- *Семинар-исследование.* Технология проведения такого семинара может быть различной, в зависимости от того, какой метод заложен в его основу. В рамках дисциплины «Физиология и биохимия микроорганизмов» проводится семинар с подготовкой и заслушиванием рефератов по актуальным проблемам теории и практики и последующим их обсуждением.

- *Коллоквиумы* – вид учебного занятия, проводимого с целью проверки и оценивания знаний учащихся. Коллоквиум может проводиться в форме индивидуальной беседы

преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты учатся высказывать свою точку зрения по определенному вопросу, защищать свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. В ходе коллоквиума могут также проверяться рефераты, другие письменные работы студентов.

В рамках практических занятий по дисциплине «Физиология и биохимия микроорганизмов» проводится три лабораторных работы (см. п. 4.3.1.).

- Самостоятельная работа студентов (см. п. 4.4).

- Дистанционные образовательные технологии. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Физиология и биохимия микроорганизмов» 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. В результате спиртового брожения образуется:
  - а) 38 молекул АТФ
  - б) 2 молекулы АТФ
  - в) 4 молекулы АТФ
  - г) 1 молекула АТФ
2. Фаза роста популяции микроорганизмов, характеризующаяся максимальной скоростью деления клеток:
  - а) лаг-фаза
  - б) фаза экспоненциального роста
  - в) стационарная фаза
  - г) фаза отмирания
3. Конечный акцептор электронов при нитратном дыхании:
  - а) O<sub>2</sub>
  - б) нитрат
  - в) сульфат



г) фумарат

***Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета***

В рамках дисциплины «Физиология и биохимия микроорганизмов» используются следующие формы текущего контроля:

- коллоквиум;
- тестирование;
- реферат;
- доклад;
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине;
- задачи;
- ситуационные задачи;
- тематика и материалы заданий;
- тематика и вопросы к коллоквиумам;
- перечень тем рефератов/докладов;
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС);
- вопросы и билеты для экзамена;
- критерии оценки знаний студентов.

**Тесты для текущего контроля (демонстрационные варианты тестов)**

1. При каких механизмах транспорта вещество поступает в бактериальную клетку против градиента концентрации и с затратой энергии:

- а) активный транспорт
- б) облегченная диффузия
- в) простая диффузия
- г) транслокация радикалов

2. Какие из перечисленных свойств бактерий необходимо учитывать при культивировании?

- а) тип дыхания
- б) питательные потребности
- в) температурный режим
- г) форму бактериальных клеток

3. Непрерывное размножение культуры в условиях хемостата обеспечивается всеми факторами, кроме:

- а) коррекция рН среды
- б) подача свежей питательной среды
- в) отбор биомассы
- г) дополнительное внесение посевного материала

4. При гомоферментативном молочнокислом брожении катаболизм глюкозы происходит:

- а) по окислительному пентозофосфатному пути
- б) по гликолитическому пути
- в) по пути Энтнера-Дудорова

5. Ключевой фермент фруктозодифосфатного пути у гомоферментативных молочнокислых бактерий:

- а) малатдегидрогеназа
- б) кротоназа
- в) пентозофосфокетолаза
- г) альдолаза

**Примеры ситуационных задач:**

1. Какую элективную среду необходимо использовать, и какие селективные физико-химические условия культивирования создать, чтобы выделить аэробные углеводородокисляющие бактерии р. *Pseudomonas*?
2. Какие условия культивирования нужно поддерживать при спиртовом брожении дрожжей, чтобы получить глицерин, как продукт брожения?

**Примеры задач по кинетике роста микроорганизмов:**

В процессе периодического культивирования *E. coli* получены следующие данные: исходное количество клеток в среде составляло  $6,8 \cdot 10^6$  КОЕ/мл, через 12 ч –  $7,2 \cdot 10^7$  КОЕ/мл. Определить: время генерации ( $g$ ) и удельную скорость роста ( $\mu$ ).

С целью определения кинетики размножения популяции *E. coli* изучали рост и размножение при различных концентрациях лимитирующего субстрата – глицерина. Клетки выращивали при оптимальных условиях и через каждые полчаса измеряли оптическую плотность культуры. Полученные данные представлены в таблице:

Время, час	Оптическая плотность культуры <i>Ex</i> при различной концентрации субстрата				
	50 мг/л	100 мг/л	200 мг/л	400 мг/л	800 мг/л
0,00	0,12	0,12	0,09	0,14	0,10
0,50	0,16	0,15	0,12	0,19	0,17
1,00	0,17	0,20	0,18	0,27	0,26
1,50	0,24	0,24	0,24	0,42	0,36
2,00	0,29	0,34	0,31	0,59	0,48
2,50	0,34	0,44	0,49	0,82	0,75
3,00	0,40	0,59	0,61	1,32	1,06
3,50	0,53	0,82	0,94	1,81	1,75
4,00	0,63	1,04	1,36	2,41	2,35
4,50	0,78	1,34	1,79	3,62	3,96

Определить: параметры уравнения Моно –  $\mu_{max}$  и  $K_s$ .

**Темы рефератов**

1. Метаболизм *Escherichia coli*.
2. Метаболизм *Vibrio cholerae*.
3. Метаболизм *Pseudomonas aeruginosa*.
4. Метаболизм *Streptococcus pyogenes*.
5. Метаболизм *Clostridium pasteurianum*.
6. Метаболизм *Clostridium tetani*.
7. Метаболизм *Mycoplasma hominis*.
8. Метаболизм *Staphylococcus aureus*.
9. Метаболизм *Yersinia pestis*.
10. Метаболизм *Bacillus thuringiensis*.
11. Метаболизм *Bacillus anthracis*.
12. Метаболизм *Acetobacter aceti*.
13. Метаболизм *Rhizobium trifolii*.
14. Метаболизм *Streptomyces griseus*.
15. Метаболизм *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.
16. Метаболизм *Chromatium okenii*.
17. Метаболизм *Leptospirillum ferrooxidans*.
18. Метаболизм *Methanopyrus kandleri*.

19. Метаболизм *Pyrolobus fumarii*.
20. Метаболизм *Ferroplasma acidiphilum*.

### **Вопросы для подготовки к коллоквиумам**

#### ***Тема 1.1 «Молекулярная организация и состав микробных клеток»***

1. Элементарный состав микробных клеток.
2. Макромолекулы, входящие в состав микробной клетки.
3. Низкомолекулярные органические вещества и неорганические соединения.

#### ***Тема 1.2 «Механизмы транспорта веществ у микроорганизмов»***

1. Транспортные системы прокариот.
2. Пассивная диффузия.
3. Облегченная диффузия.
4. Перенос сахаров, сопряженный с химической модификацией молекул.
5. Активный транспорт.
6. Унипорт, симпорт, антипорт.

#### ***Тема 2.1 «Рост клеток. Клеточный цикл»***

1. Понятия «рост клеток микроорганизмов» и «рост популяций микроорганизмов».
2. Способы размножения прокариотных организмов.
3. Вегетативный клеточный цикл у прокариот.
4. Влияние условий роста на время начала и продолжительность клеточного цикла.

#### ***Тема 2.2 «Потребности микроорганизмов в питательных веществах»***

1. Источники углерода.
2. Источники азота.
3. Потребности в источниках серы и фосфора.
4. Необходимость ионов металлов.
5. Потребности в факторах роста. Прототрофы и ауксотрофы.

#### ***Тема 2.3 «Типы питания микроорганизмов»***

1. Фототрофы и хемотрофы. Литотрофы и органотрофы. Автотрофы и гетеротрофы.
2. Разнообразие типов питания и способов существования прокариот.
3. Явление миксотрофии у прокариот.

#### ***Тема 2.5 «Параметры микробного роста»***

1. Сбалансированный рост.
2. Экспоненциальный рост микроорганизмов.
3. Время генерации клеток. Удельная скорость роста. Выход биомассы.

#### ***Тема 2.8 «Непрерывное культивирование»***

1. Понятие «непрерывная культура».
2. Устройство и принцип работы хемостата.
3. Рост в хемостате. Скорость протока. Скорость разведения. Скорость вымывания. Скорость прироста. Установление постоянной плотности микроорганизмов.
4. Зависимость удельной скорости роста от концентрации лимитирующего рост субстрата. Кривая насыщения. Уравнение Моно.
5. Значение метода непрерывного культивирования для изучения физиологии микроорганизмов.
6. Использование непрерывного культивирования в промышленности.
7. Рост микроорганизмов в турбидостате.

#### ***Тема 3.1 «Общая характеристика метаболизма микроорганизмов»***

1. Определение понятий «энергетический метаболизм» и «конструктивный метаболизм».
2. АТФ – универсальный переносчик энергии в клетке. Пути синтеза АТФ в клетке. Субстратное фосфорилирование. Мембранное фосфорилирование: фотофосфорилирование, окислительное фосфорилирование.
3. Электронтранспортная цепь и ее компоненты.

### **Тема 3.2 «Микробные ферменты»**

1. Классификация и номенклатура ферментов.
2. Экзо- и эндоферменты бактерий.
3. Методы выявления ферментов микроорганизмов.

### **Тема 3.3 «Синтез микроорганизмами основных клеточных компонентов»**

1. Биосинтез углеводов.
2. Биосинтез липидов.
3. Биосинтез аминокислот.
4. Биосинтез моонуклеотидов.
5. Биосинтез пептидогликана.

### **Тема 3.4 «Вторичный метаболизм»**

1. Понятие «Вторичные метаболиты».
2. Синтез антибиотиков.
3. Токсинообразование. Экзотоксины и эндотоксины бактерий.
4. Микотоксины, алкалоиды.

### **Тема 3.5 «Пути фиксации углекислого газа у микроорганизмов»**

1. Цикл Кальвина-Бенсона-Бассама.
2. Цикл Арнона.
3. Нециклический ацетил-КоА-путь фиксации CO<sub>2</sub> у автотрофных метаногенов и ацетогенных бактерий.

### **Тема 3.6 «Диазотрофия»**

1. Понятие «дiazотрофия». Роль процесса азотфиксации в природе.
2. Группы азотфиксирующих прокариотов. Симбионты бобовых и не бобовых растений.
3. Симбиозы, образуемые азотфиксирующими цианобактериями.
4. Свободноживущие и ассоциативные азотфиксаторы.
5. Характеристика клубеньковых бактерий р. *Rhizobium*.
6. Механизм установления симбиоза между клубеньковыми бактериями и растением-хозяином.
7. Механизм образования клубеньков у бобовых при взаимодействии с *Rhizobium*.
8. Биохимия азотфиксации (на примере р. *Rhizobium*).

### **Тема 3.7 «Брожения»**

1. Гомоферментативное молочнокислое брожение.
2. Спиртовое брожение.
3. Пропионовокислое брожение.
4. Маслянокислое брожение.
5. Гетероферментативное молочнокислое брожение.
6. Брожение, осуществляемое бифидобактериями.
7. Путь Энтнера-Дудорова.

### **Тема 3.8 «Аноксигенный фотосинтез»**

1. Определение понятия «Аноксигенный фотосинтез».
2. Бактериородопсиновый фотосинтез галобактерий.
3. Аноксигенный фотосинтез пурпурных и зеленых бактерий.

### **Тема 3.9 «Аэробное дыхание»**

1. Определение понятия «Аэробное дыхание».
2. Цикл трикарбоновых кислот.
3. Организация аэробных дыхательных цепей у прокариот.
4. Функционирование дыхательной цепи.
5. Неполные окисления.
6. Аэробные хемоорганогетеротрофные бактерии.
7. Особенности функционирования дыхательных цепей хемолитотрофных бактерий.
8. Хемолитоавтотрофные бактерии.

### **Тема 3.10 «Анаэробное дыхание»**

1. Определение понятия «Анаэробное дыхание».
2. Доноры и акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании.
3. Анаэробные дыхательные цепи.
4. Нитратное дыхание. Денитрифицирующие бактерии, их роль в природе.
5. Сульфатное и серное дыхание. Характеристика сульфат- и сероредуцирующих бактерий и архей.
6. Карбонатное дыхание. Характеристика метаногенных архей. Механизм метаногенеза.
7. «Железное» дыхание. Железоредактирующие бактерии.
8. Аннамокс. Аннамокс-планкотицеты.
9. Фумаратное дыхание.

#### **Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена.**

Форма промежуточной аттестации – **экзамен**. 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 заявленных в п. 3 компетенций: ПК-1, ПК-3.


#### **Примерный список вопросов к экзамену**

1. Химический состав микробных клеток.
2. Транспортные системы прокариот. Пассивная диффузия. Облегченная диффузия. Перенос сахаров, сопряженный с химической модификацией молекул. Активный транспорт. Унипорт, симпорт, антипорт.
3. Понятия «рост клеток микроорганизмов» и «рост популяций микроорганизмов». Вегетативный клеточный цикл у прокариот.
4. Потребности микроорганизмов в питательных веществах. Источники углерода. Источники азота. Потребности в источниках серы и фосфора. Необходимость ионов металлов. Потребности в факторах роста. Прототрофы и ауксотрофы.
5. Типы питания микроорганизмов. Фототрофы и хемотрофы. Литотрофы и органотрофы. Автотрофы и гетеротрофы.
6. Разнообразие типов питания и способов существования прокариот. Явление миксотрофии у прокариот.
7. Принципы методов выделения культур микроорганизмов из природных и других сред обитания. Принцип элективности С. Н. Виноградского. Элективные среды. Селективные физико-химические условия культивирования. Накопительные и чистые культуры микроорганизмов.
8. Параметры микробного роста
9. Экспоненциальный рост микроорганизмов. Время генерации клеток. Удельная скорость роста. Выход биомассы.
10. Методы определения количества клеток микроорганизмов и микробной массы. Прямые и косвенные методы определения количества клеток. Определение биомассы взвешиванием. Определение содержания микробного белка. Определение содержания азота и углерода. Определение прироста биомассы по метаболическим параметрам.
11. Рост микроорганизмов в периодической культуре. Параметры кривой роста: удельная скорость роста, выход биомассы.

12. Диауксия.
13. Непрерывное культивирование. Рост микроорганизмов в хемостате. Зависимость удельной скорости роста от концентрации лимитирующего рост субстрата. Кривая насыщения. Уравнение Моно.
14. Значение метода непрерывного культивирования для изучения физиологии микроорганизмов, отношений «конкуренция – сосуществование» и т.д. Использование непрерывного культивирования в промышленности.
15. Рост микроорганизмов в турбидостате.
16. Влияние физико-химических факторов на рост микроорганизмов (рН, температура, кислород, водная активность, свет).
17. Культивирование хемотрофных и фототрофных бактерий.
18. Общая характеристика метаболизма микроорганизмов.
19. Микробные ферменты.
20. Биосинтез липидов.
21. Биосинтез пептидогликана.
22. Вторичные метаболиты. Синтез антибиотиков.
23. Цикл Кальвина-Бенсона-Бассама (восстановительный пентозофосфатный цикл).
24. Цикл Арнона (восстановительный цикл трикарбоновых кислот).
25. Нециклический ацетил-КоА-путь фиксации  $\text{CO}_2$  у автотрофных метаногенов и ацетогенных бактерий.
26. Диязотрофия. Фиксация молекулярного азота симбиотическими и свободноживущими бактериями. Биохимия процесса азотфиксации.
27. Гомоферментативное молочнокислое брожение. Биохимия процесса. Возбудители брожения.
28. Спиртовое брожение. Биохимия процесса. Возбудители брожения.
29. Пропионовокислое брожение. Биохимия процесса. Возбудители брожения.
30. Маслянокислое брожение. Физиологические группы клостридиев. Сбраживание углеводов. Пути сбраживание аминокислот клостридиями. Сбраживание гетероциклических азотсодержащих соединений.
31. Гетероферментативное молочнокислое брожение. Биохимия процесса. Возбудители брожения.
32. Путь Энтнера-Дудорова. Сбраживаемые субстраты. Функционирование пути Энтнера-Дудорова у анаэробных и аэробных бактерий.
33. Бактериородопсиновый фотосинтез галобактерий.
34. Аноксигенный фотосинтез пурпурных и зеленых бактерий.
35. Аэробное дыхание. Цикл трикарбоновых кислот.
36. Типы организации аэробных дыхательных цепей у прокариот. Функционирование дыхательной цепи; механизмы, обеспечивающие образование протондвижущей силы.
37. Аэробные хемоорганогетеротрофные бактерии.
38. Аэробные хемолитотрофные бактерии. Особенности функционирования дыхательных цепей хемолитотрофных бактерий.
39. Доноры и акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании. Анаэробные дыхательные цепи.

40. Типы анаэробного дыхания у прокариот: «железное», нитратное, сульфатное, серное, карбонатное, фумаратное.

**Разработчик:**

  
(подпись)

доцент О. Ф. Вятчина

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.03.01 «Биология», профилю подготовки «Микробиология».

Программа рассмотрена на заседании кафедры микробиологии

«10» февраля 2023 г.

Протокол № 5

Зав. кафедрой



Б. Н. Огарков

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