



**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.О.29 «МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ»

Специальность: 06.05.01 «Бионженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

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

Согласовано с УМК

биолого-почвенного факультета

Протокол № 5 от «21» 03 2025 г.

Председатель Матвеев А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 7

От «10» марта 2025 г.

Зав. кафедрой Вятчина О. Ф. Вятчина

Иркутск 2025 г.

	<b>Содержание</b>
	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 .....	6
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	6
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине ...	9
4.3 Содержание учебного материала .....	14
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	20
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	21
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов ...	21
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	22
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 .....	23
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	23
6.2. Программное обеспечение .....	24
6.3. Технические и электронные средства обучения .....	24
VII. Образовательные технологии .....	24
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....	25

## **I. Цель и задачи дисциплины:**

**Цель:** формирование у студентов базовых теоретических и практических знаний в области микробиологии, исходя из достижений этой науки в последние годы и ее практической значимости для человека.

**Задачи:**

- освоение знаний о клеточных структурах и дифференцировке прокариот, метаболических процессах, обеспечивающих многообразие способов их существования, генетических механизмах, принципах идентификации и классификации прокариот, знакомство с отдельными группами бактерий и архей;
- знакомство с разнообразием и систематикой микроскопических грибов;
- получение знаний о строении и химическом составе вирусов, особенностях организации их генома, типах взаимодействия с клеткой, механизмах репликации, основах современной систематике вирусов, структурной организации, физико-химических свойствах и репликации прионов;
- знакомство с основами микробной экологии: типами взаимодействий микроорганизмов друг с другом и другими организмами, влиянием физико-химических факторов среды на жизнедеятельность микроорганизмов, их ролью в биогеоценотическом обмене веществ;
- знакомство с практическими аспектами микробиологии, важными для решения продовольственных, энергетических проблем, а также для охраны окружающей среды и здоровья человека;
- формирование навыков практической работы в микробиологической лаборатории в соответствии с правилами техники безопасности, приобретение умений и навыков использования стандартных микробиологических методов для изучения микроорганизмов.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

2.1. Учебная дисциплина Б1.О.29 «Микробиология и вирусология» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Органическая химия», «Общая и неорганическая химия», «Биохимия».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Биотехнология», «Молекулярная биология прокариот».

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», специализации «Биоинженерия и биоинформатика»:

ОПК-1: способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных);

ОПК-3: способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований.

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

<b>Компетенции</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
ОПК-1 Способен проводить	<i>ИДК опк-1.1</i> Демонстрирует знания в	Знать: структурно-функциональную организацию прокариотических и

<p>наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных).</p>	<p>области наблюдения, описания, идентификации и научной классификации организмов.</p>	<p>эукариотических микроорганизмов, метаболические процессы, обеспечивающие многообразие способов существования прокариот и их функций в природе, структурную организацию вирусов и прионов и механизмы их воспроизведения; современные подходы, используемые в систематике вирусов, прокариот, микромицетов. Уметь: использовать совокупность генотипических и фенотипических признаков для идентификации и классификации микроорганизмов. Владеть: приемами описания микроорганизмов и их классификации, правилами номенклатуры микроорганизмов.</p>
	<p><i>ИДК опк-1.2</i> Демонстрирует методологические навыки в области наблюдения, описания и идентификации организмов</p>	<p>Знать: принципы идентификации вирусов, прокариот, микромицетов; общую характеристику основных таксонов микроорганизмов. Уметь: проводить описание микроорганизмов, т.е. получать данные об их свойствах. Владеть: методологическими подходами, используемыми для определения специфических свойств микроорганизмов.</p>
	<p><i>ИДК опк-1.3</i> Владеет навыками работы по наблюдению, описанию, идентификации и научной классификации живых организмов.</p>	<p>Знать: методы изучения диагностических признаков, принципы идентификации и классификации микроорганизмов. Уметь: проводить идентификацию и классификацию бактерий. Владеть: методами изучения морфологических, тинкториальных, культуральных и физиолого-биохимических свойств бактерий.</p>
<p>ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований.</p>	<p><i>ИДК опк-3.1</i> Проводит экспериментальную работу с организмами и клетками с использованием физико-химических методов исследования макромолекул.</p>	<p>Знать: правила и технику безопасности при работе в микробиологической лаборатории, принципы работы с культурами микроорганизмов, микроскопические методы изучения, способы и условия культивирования микроорганизмов, принципы составления питательных сред, методы количественного учета. Уметь: готовить «живые» и</p>

		фиксированные препараты микроорганизмов, выбирать способы и условия культивирования микроорганизмов. Владеть: методами микроскопического исследования, количественного учета микроорганизмов, техникой посева.
--	--	--

#### **IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, в том числе 0,97 зачетных единицы, 35 часов на экзамен.**  
Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 36 часов.

## **Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

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





#### 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.)		
3	Тема 1. Предмет, задачи микробиологии. История возникновения и развитие микробиологии. Основные направления современной микробиологии	Подготовка к тестированию.	2 нед.	0,5	Тест	Гусев М. В. 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).
3	Тема 3. Морфологическое разнообразие прокариот. Структура, химический состав и функции компонентов прокариотной клетки. Морфологически дифференцированные клетки прокариот	Выполнение следующих письменных работ: 1. Составить таблицу «Черты сходства и отличия клеточной организации прокариот и эукариот». 2. Зарисовать в тетрадях схему образования эндоспоры у спорообразующих бактерий.  Подготовка к тестированию.	3 нед.	2	Письменная работа Тест	Гусев М. В. 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).
3	Тема 4. Рост бактерий в периодической и непрерывной культуре	Решение задач по определению кинетических параметров роста бактерий.  Подготовка к тестированию.	4 нед.	1	Решение задач Тест	Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с.
3	Тема 5. Культивирование микроорганизмов	Решение ситуационной задачи «Использование принципа элективности для выделения микроорганизмов разных физиологических групп».  Подготовка к тестированию.	5 нед.	1	Ситуационная задача Тест	Вятчина О. Ф. Малый практикум по микробиологии : учеб.-метод. пособие / О. Ф. Вятчина, Н. Е. Буковская, О. А. Жилкина. – Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 2009. – 130 с. Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. вузов / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук и др.; Под ред. А. И. Нетруса. – М.: Академия, 2005. – 604 с.

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Тема 6. Общая характеристика конструктивного и энергетического метаболизма прокариот. Способы существования и типы жизни у прокариот	Подготовка к тестированию.	7 нед.	1	Тест	Гусев М. В. 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).
3	Тема 7. Пути получения энергии, основанные на фосфорилировании	Творческое задание: изучить видовой состав заквасок разнообразных молочнокислых продуктов, определить какие виды молочнокислых бактерий (м.к.б.) относятся к гомоферментативным, какие к гетероферментативным (для каждого продукта). Указать количество м.к.б. в каждом продукте (КОЕ/мл).  Подготовка к тестированию.	8 нед.	3	Творческое задание Тест	Гусев М. В. 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).
3	Тема 8. Пути получения энергии, основанные на фотофосфорилировании	Подготовка к тестированию.	10 нед.	1	Тест	Гусев М. В. 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.)		
3	Тема 9. Пути получения энергии, основанные на окислительном фосфорилировании	Выполнение письменной работы: 1. Метилотрофные бактерии. 2. Углеводородокисляющие бактерии. 3. Целлюлозоразрушающие бактерии.  Подготовка к тестированию.	12 нед.	2	Письменная работа Тест	Гусев М. В. 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).
3	Тема 10. Биосинтетические процессы у прокариот	Подготовка к тестированию.	13 нед.	2	Тест	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.
3	Тема 12. Принципы систематики и идентификации прокариот	Отчет по лабораторной работе «Идентификация бактерий» (составление паспорта штамма микроорганизма).  Подготовка к тестированию.	14 нед.	1	Отчет по лабораторной работе Тест	Гусев М. В. 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). Вятчина О. Ф. Малый практикум по микробиологии : учеб.-метод. пособие / О. Ф. Вятчина, Н. Е. Буковская, О. А. Жилкина. – Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 2009. – 130 с. 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.

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Тема 14. Разнообразие и систематика микроскопических грибов	Подготовка к тестированию.	15 нед.	1	Тест	Емцев В. Т. Микробиология : учеб. для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – М. : Дрофа, 2006. – 445 с. Вятчина О. Ф. Малый практикум по микробиологии : учеб.-метод. пособие / О. Ф. Вятчина, Н. Е. Буковская, О. А. Жилкина. – Иркутск : Изд-во Иркут. унта, 2009. – 130 с. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
3	Тема 15. Прионы	Подготовка к тестированию.	17 нед.	1	Тест	Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> )
3	Тема 16. Вирусы	Подготовка к тестированию.	17 нед.	2	Тест	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
3	Тема 17. Бактериофаги	Подготовка к тестированию.	17 нед.	1	Тест	
3	Тема 18. Вироиды	Подготовка к тестированию.	17 нед.	0,5	Тест	
3	Тема 19. Систематика вирусов	Подготовка к тестированию.	17 нед.	2	Тест	
3	Тема 20. Влияние факторов внешней среды на жизнедеятельность микроорганизмов	Подготовка к тестированию.	17 нед.	1	Тест	Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (см. раздел 5).
3	Тема 21. Биогеохимическая деятельность микроорганизмов	Выполнение письменной работы: составить схемы круговоротов углерода, азота и серы, указать этапы, протекающие с участием микроорганизмов, и систематические группы микроорганизмов (бактерий, актиномицетов, грибов), осуществляющих тот или иной процесс.	17 нед.	1	Письменная работа	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. Лекция (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.)			
<b>Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 24</b>							
<b>Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 8</b>							

#### **4.3 Содержание учебного материала**

##### **Раздел 1. Наука «Микробиология», ее объекты и методы**

###### **Тема 1. Предмет, задачи микробиологии. История возникновения и развитие микробиологии. Основные направления современной микробиологии**

Предмет, задачи микробиологии, ее место в современной биологии. Мир микроорганизмов, их важнейшие свойства, общие признаки и разнообразие. Роль микроорганизмов в биосфере. История возникновения и развития микробиологии. Открытие микроорганизмов А. ван Левенгуком. Научная деятельность Л. Пастера. Значение работ Р. Коха для развития медицинской микробиологии. Развитие отечественной микробиологии. Научные исследования И. И. Мечникова, С. Н. Виноградского, Д. И. Ивановского, З. В. Ермольевой, Е. В. Талалаева и других ученых. Современный этап развития микробиологии. Значение молекулярно-генетических и молекулярно-биологических исследований в развитии микробиологии и вирусологии. Перспективы развития микробиологии и вирусологии. Основные направления современной микробиологии. Медицинская, санитарная, ветеринарная, промышленная, почвенная, водная, космическая микробиология, геомикробиология, генетика микроорганизмов, экология микроорганизмов, молекулярная экология.

###### **Тема 2. Микроскопические методы исследования микроорганизмов**

Микроскопические методы изучения микроорганизмов. Световой микроскоп и его разновидности: темнопольная, фазово-контрастная и люминесцентная микроскопия. Исследования живых и фиксированных объектов. Простые и дифференциальные методы окраски бактерий. Электронный микроскоп и его применение в микробиологии. Просвечивающий (трансмиссионный) и сканирующий микроскопы.

###### **Раздел 2. Структурно-функциональная характеристика прокариотной клетки. Морфологическая дифференцировка у прокариот**

###### **Тема 3. Морфологическое разнообразие прокариот. Структура, химический состав и функции компонентов прокариотной клетки. Морфологически дифференцированные клетки прокариот**

Сходство и различие в организации клеток эукариот и прокариот. Отличительные особенности архей.

Размеры прокариот. Разнообразие форм клеток прокариот. Клеточные ассоциации прокариот. Спорообразующие и неспорообразующие бактерии. Типы спорообразования. Типы жгутикования.

Строение, химический состав и функции компонентов клетки.

Поверхностные клеточные структуры. Клеточная стенка прокариот. Грамположительные и грамотрицательные бактерии. Строение и химический состав клеточных стенок грамположительных и грамотрицательных бактерий. Клеточные стенки архей: белковые, псевдомуреиновые, гетерополисахаридные. Функции клеточной стенки. Прокариоты без клеточных стенок. Образование L-форм, протопластов и сферопластов.

Капсулы, слизистые слои и чехлы. Химический состав, структура и функции.

Микроворсинки: обычные пили, F-пили. Химический состав, строение, функции.

Подвижность бактериальных клеток. Жгутиковый аппарат бактерий. Особенности строения базального тела у грамположительных и грамотрицательных бактерий. Механизм движения прокариот, имеющих жгутики. Движение в жидких средах (плавание), движение по типу роения. Движение спирохет. Подтягивающий тип движения. Движение по типу скольжения. Таксисы.

Антигенные свойства поверхностных структур прокариот.

Цитоплазматические клеточные структуры. Коллоидная фаза цитоплазмы и структурные элементы.

Генетический аппарат прокариот. Нуклеоид (бактериальная хромосома). Внекромосомные молекулы ДНК. Плазмиды. Мигрирующие генетические элементы. Инсерционные последовательности (IS-элементы). Транспозоны (Tn-элементы).

Рибосомы прокариот: состав, строение, функции. Различия рибосом эукариот и прокариот.

Внутрицитоплазматические включения. Запасные вещества: полисахариды (гликоген, крахмал, гранулеза), липиды (гранулы поли- $\beta$ -оксимасляной кислоты), полипептиды (цианофициновые гранулы цианобактерий), полифосфаты (волютиновые зерна), элементарная сера. Структуры, имеющие функциональное и приспособительное значение: карбоксисомы, аэросомы, магнетосомы, хлоросомы зеленых бактерий, фикобилисомы цианобактерий. Параплазматические включения *Bacillus thuringiensis* – белковые токсины, обладающие избирательной специфичностью действия против насекомых отрядов Lepidoptera, Coleoptera, Diptera.

Цитоплазматическая мембрана (ЦПМ) прокариот: химический состав, структура, функции. Локализация дыхательных и фотосинтетических цепей транспорта электронов. Особенности ЦПМ архей. Механизмы мембранных транспорта.

Внутрицитоплазматические мембранные прокариот. Фотосинтетические мембранны (везикулы, ламеллы, тилакоиды). Внутрицитоплазматические мембранны хемотрофных бактерий.

Деление клетки и способы размножения бактерий. Бинарное деление. Фазы амитоза. Репликация бактериальной ДНК, сегрегация нуклеоида. Цитокинез и фаза расхождения дочерних клеток. Почкивание бактерий, как вариант бинарного деления. Множественное деление.

Морфологически дифференцированные клетки прокариот. Покоящиеся формы. Цисты, актинеты цианобактерий, экзоспоры бактерий, экзо- и эндоспоры актиномицетов, эндоспоры грамположительных бактерий. Закономерности формирования эндоспор, их строение, химический состав. Устойчивость спор к экстремальным воздействиям, продолжительность жизни спор. Образование специализированных клеток (гетероцисты цианобактерий, бактериоиды клубеньковых бактерий), служащих для фиксации молекулярного азота. Морфологически дифференцированные клетки, служащие для размножения (гормогонии и баоцисты цианобактерий).

### **Раздел 3. Рост и культивирование микроорганизмов**

#### **Тема 4. Рост бактерий в периодической и непрерывной культуре**

Рост клеток и рост популяций. Сбалансированный и несбалансированный рост. Экспоненциальный рост и время генерации. Рост бактерий в периодической культуре. Кривая роста периодической культуры. Фазы роста. Параметры кривой роста: удельная скорость роста, выход биомассы. Методы определения числа бактерий и бактериальной массы. Прямые и косвенные методы количественного учета микроорганизмов. Определение биомассы взвешиванием. Определение количества клеток и биомассы нефелометрическим методом.

Рост бактерий в непрерывной культуре. Рост в хемостате. Зависимость скорости роста от концентрации субстрата. Кривая насыщения. Уравнение Моно. Значение метода непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и использование его в промышленности.

#### **Тема 5. Культивирование микроорганизмов**

Выделение и культивирование микроорганизмов. Элективные методы культивирования. Накопительные, чистые, смешанные культуры микроорганизмов. Методы получения чистых культур и их значение. Основные типы сред, используемые для культивирования микроорганизмов. Условия культивирования микроорганизмов. Культивирование мезофильных, термофильных, психрофильных, аэробных, анаэробных, фотосинтезирующих микроорганизмов. Поверхностное и глубинное выращивание.

Подавление роста и гибель микроорганизмов под действием различных агентов. Методы стерилизации.

#### **Раздел 4. Метаболизм прокариот**

##### **Тема 6. Общая характеристика конструктивного и энергетического метаболизма прокариот. Способы существования и типы жизни у прокариот**

Определение понятий энергетический метаболизм и конструктивный метаболизм. Потребности прокариот в питательных элементах и микроэлементах. Источники углерода для конструктивного метаболизма. Автотрофы и гетеротрофы; сапрофиты и паразиты; копиотрофы и олиготрофы. Источники азота, серы, фосфора. Необходимость ионов металлов. Потребность в факторах роста. Прототрофы и ауксотрофы. Энергетические ресурсы, используемые прокариотами. Фототрофы и хемотрофы; литотрофы и органотрофы. Сочетания основных видов энергетического и конструктивного метаболизма, определяющие способ существования прокариот: хемолитоавтотрофия, хемолитогетеротрофия, хемоорганскоавтотрофия, хемоорганиогетеротрофия, фотолитоавтотрофия, фотолитогетеротрофия, фотоорганскоавтотрофия, фотоорганиогетеротрофия. Понятие о миксотрофии.

##### **Тема 7. Пути получения энергии, основанные на субстратном фосфорилировании**

Определения понятия «брожение». Общая характеристика процессов брожения. Сбраживаемые и несбраживаемые субстраты. Пути сбраживания углеводов: гликолитический путь (путь Эмбдена-Мейергофа-Парнаса), окислительный пентозофосфатный (путь Варбурга-Диккенса-Хореккера).

Молочнокислое гомо- и гетероферментативное брожение. Спиртовое, маслянокислое и другие виды брожений. Характеристика микроорганизмов, вызывающих брожения; их распространение в природе и практическое значение.

##### **Тема 8. Пути получения энергии, основанные на фотофосфорилировании**

Оксигенные и аноксигенные фототрофные бактерии. Бактериальный фотосинтез. Пигменты аноксигенных фототрофных бактерий. Фотосинтетический аппарат: состав, организация. Механизм аноксигенного фотосинтеза. Циклический и нециклический пути передачи электронов. Характеристика аноксигенных фототрофных бактерий, их распространение и роль в природе. Бактериородопсиновый фотосинтез галобактерий.

##### **Тема 9. Пути получения энергии, основанные на окислительном фосфорилировании**

Аэробное дыхание. Полное и неполное окисление субстрата. Роль цикла трикарбоновых кислот. Дыхательные цепи прокариот. Компоненты дыхательной цепи. Механизм окислительного фосфорилирования. Характеристика важнейших бактерий, осуществляющих аэробное окисление белков, углеводов, углеводородов и других многоуглеродных веществ (аммонифицирующие, углеводородокисляющие, целлюлозоразрушающие бактерии). Прокариоты (метилотрофы), окисляющие метан, метanol и другие одноуглеродные соединения.

Анаэробное дыхание. Определение понятия «анаэробное дыхание». Доноры и акцепторы электронов, используемые разными прокариотами при анаэробном дыхании. Типы анаэробного дыхания у прокариот: нитратное, сульфатное, серное, карбонатное, «железное» и другие.

Хемосинтез. Окисление неорганических субстратов: восстановленных соединений серы, азота, железа, молекулярного водорода и других. Дыхательные цепи аэробных хемолитотрофных бактерий. Основные группы хемолитотрофных бактерий: тионовые, нитрифицирующие, водородные бактерии, железобактерии, карбоксидобактерии.

##### **Тема 10. Биосинтетические процессы у прокариот**

Пути усвоения углекислоты фотосинтезирующими бактериями. Цикл Арнона. Цикл Кальвина. Усвоение соединений азота. Ассимиляционная нитратредукция. Фиксация молекулярного азота. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы.

Использование соединений серы. Ассимиляционная сульфатредукция. Вторичные метаболиты. Антибиотики: синтез, классификация по происхождению, химической структуре, механизмам действия.

#### **Раздел 5. Генетика прокариот**

##### **Тема 11. Генетика прокариот**

Генетический аппарат прокариот. Генотип и фенотип. Наследственная и ненаследственная изменчивость. Мутационная природа изменчивости. Частота и типы мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенезы. Рекомбинации генетического материала у прокариот. Трансформация, трансдукция, конъюгация. Генетические основы патогенности бактерий. Ненаследуемые изменения свойств бактерий. Морфологические и биохимические модификации. Диссоциация микроорганизмов.

#### **Раздел 6. Разнообразие и систематика прокариот**

##### **Тема 12. Принципы систематики и идентификации прокариот**

Положение прокариот среди других организмов. Трехдоменная система клеточных организмов, предложенная К. Вёзе: домен Bacteria, домен Archaea, домен Eucarya. Две основные эволюционные линии прокариот: домен Archaea и домен Bacteria.

Систематика прокариот. Разделы систематики прокариот. Номенклатура. Международный кодекс номенклатуры прокариот (International Code of Nomenclature of Prokaryotes, ICNP). Классификация прокариот. Таксономические категории. Концепция вида у прокариот. Филогенетическая и искусственная классификация прокариот.

Определители прокариот. Принципы систематизации прокариот в определителе бактерий Берджи (1991). Сочетание генотипического и фенотипического подходов к классификации прокариот в Руководстве Берджи по систематической бактериологии (Bergery's Manual of Systematic Bacteriology), 2001–2015 гг.

Идентификация прокариот. Основные признаки, используемые при идентификации прокариот. Морфолого-культуральные, физиолого-биохимические, серологические, хемотаксономические, экологические признаки. Генотипические характеристики. Идентификация некультивируемых микроорганизмов.

#### **Тема 13. Краткий систематический обзор прокариотных организмов**

Домен Archaea. Отличительные особенности архей. Таксономия архей. Царство Nanobellati, филум Nanobellota: общая характеристика. *Nanoarchaeum equitans* – как представительnanoархей. Царство Methanobacteriati: общая характеристика. Метаногены и облигатные экстремальные галофилы: особенности метаболизма, отношение к факторам среды, распространение в природе. Царство Promethearchaeati, филум Promethearchaeota (Asgardarchaeota) – ближайшие прокариотические родственники эукариот. Царство Thermoproteati, филум Thermoproteota: общая характеристика, метаболизм, физиологические особенности, температурный диапазон роста, места обитания. Представители филума Thermoproteota.

#### Домен Bacteria. Характеристика важнейших филумов домена Bacteria:

Филум Actinomycetota. Общая характеристика актинобактерий: морфология, метаболизм, отношение к факторам среды, места обитания. Важнейшие представители филы.

Филум Chlamydiota – облигатные внутриклеточные паразиты человека, животных и простейших. Морфология, цикл развития хламидий. Особенности метаболизма хламидий. Заболевания, вызываемые хламидиями.

Филум Chlorobiota – зеленые серные бактерии. Облигатно анаэробные аноксигенные фототрофы, окисляющие преимущественно простые органические вещества. Особенности метаболизма и физиологии, распространение и роль в природе.

Филум Chloroflexota – зеленые нитчатые аноксигенные фототрофные бактерии. Особенности морфологии и метаболизма, распространение и роль в природе.

Филум Суанобактериота – одноклеточные, нитчатые или колониальные оксигенные фототрофные бактерии. Метаболизм и физиология. Экология цианобактерий и их роль в природе.

Филум Bacillota – одна из основных филогенетических линий домена Bacteria. Класс Bacilli. Характеристика типового рода *Bacillus*. Морфология, метаболизм, экологические особенности. Роль в природе, значение для человека. Важнейшие представители рода. Класс Clostridia. Характеристика типового рода *Clostridium*. Морфология, особенности метаболизма, распространение и роль в природе. Значение для человека, практическое использование. Важнейшие представители рода.

Филум Pseudomonadota – самая крупная филя домена Bacteria. Краткая характеристика класса Alphaproteobacteria. Порядок Rhizobiales. Характеристика клубеньковых бактерий р. *Rhizobium*. Механизм азотфиксации. Характеристика бактерий порядка Rickettsiales. Краткая характеристика класса Betaproteobactereia. Порядок Neisseriales: морфология, метаболизм, представители. Порядок Nitrosomonadales. Семейство Nitrosomonadaceae – нитрифицирующие бактерии (нитрификаторы первой фазы). Представители, метаболизм, распространение и значение. Краткая характеристика класса Gammaproteobacteria. Порядок Enterobacteriales, семейство Enterobacteriaceae – морфология, метаболизм, распространение, значение. Типовой род семейства – род *Escherichia*. Характеристика *Escherichia coli*. *E. coli* как санитарно-показательный микроорганизм. Коли-титр, коли-индекс. Патогенные представители сем. Enterobacteriaceae: pp. *Shigella*, *Salmonella*. Семейство Yersiniaceae. Порядок Pseudomonadales, семейство Pseudomonadaceae. Характеристика типового рода *Pseudomonas*. Порядок Vibrionales. Характеристика типового рода *Vibrio*.

Филум Spirochaetota. Особенности морфологии. Тип движения спирохет. Метаболизм спирохет. Сапрофитные и патогенные виды.

Филум Mycoplasmatota. Морфология микоплазм. Метаболизм. Сапрофитные, симбиотические и патогенные микоплазмы.

## **Раздел 7. Разнообразие и систематика микроскопических грибов**

### **Тема 14. Разнообразие и систематика микроскопических грибов**

Морфология и физиология грибной клетки. Особенности мицелиального строения, высшие и низшие грибы. Покоящиеся структуры грибов. Особенности питания грибов: сапротрофы, паразиты, хищники. Способы размножения грибов: вегетативное, бесполое, половое размножение. Экологические группы грибов и их практическое значение.

Систематика грибов. Группа «Низшие грибы»: отделы Blastocladiomycota, Chytridiomycota, Zygomycota и др. «Высшие грибы» (Dikarya): отделы Ascomycota, Basidiomycota. Несистематизированная группа высших грибов: отдел Deuteromycota (дейтеромицеты, несовершенные грибы).

Отдел Zygomycota. Класс Zygomycetes. Общая характеристика. Половое размножение. Гомо- и гетероталлизм. Бесполое размножение. Порядок Mucorales. Экология. Практическое значение. Порядок Entomophthorales – obligатные паразиты насекомых и других членистоногих.

Отдел Ascomycota. Класс Ascomycetes. Общая характеристика. Половое размножение. Формирование сумок и половых спор. Бесполое размножение. Формирование конидий. Морфология конидиального спороношения. Класс Eurotiomycetes: представители родов *Aspergillus* и *Penicillium*, их распространение, роль в природе и практическое значение. Класс Saccharomycetes, сахаромицеты (семейство Saccharomycetaceae). Характеристика пекарских дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*).

Энтомопатогенные микромицеты (рода *Verticillium*, *Paecilomyces*, *Beauveria*, *Metarhizium*). Грибы рода *Trichoderma*: энтомофильная и антагонистическая активность, их практическое использование в борьбе с вредными насекомыми и возбудителями болезней растений.

## **Раздел 8. Неклеточные формы организации**

### **Тема 15. Прионы**

История открытия прионов и изучения прионных заболеваний. Структура и физико-химические свойства прионов. Молекулярный механизм прионных инфекций. Наследственная и инфекционная формы прионовых болезней. Пути заражения прионами.

### **Тема 16. Вирусы**

История открытия и изучения вирусов. Вирусы: определение, природа. Особенности вирусов, как живых организмов. Происхождение вирусов. Значение вирусов. Форма, размеры, структурная организация и химический состав вирусов. Типы взаимодействия вируса и клетки. Абортивная, продуктивная, интегративная инфекции. Репликативный цикл вирусов.

### **Тема 17. Бактериофаги**

История открытия бактериофагов. Происхождение бактериофагов. Морфология и структура бактериофагов. Взаимодействие фагов с бактериями. Вирулентные и умеренные фаги. Литический цикл. Лизогенный цикл. Бактериальный иммунитет. Выделение и выявление бактериофагов. Роль бактериофагов в биосфере. Применение бактериофагов.

### **Тема 18. Вироиды**

История изучения вироидов. Структура вироидов. Жизненный цикл. Патогенность.

### **Тема 19. Систематика вирусов**

Принципы систематики и классификации вирусов. Система классификации вирусов, принятая Международным комитетом по таксономии вирусов (International Committee on Taxonomy of Viruses, ICTV). Критерии классификации вирусов. Таксономия вирусов. Определение понятия «вид» у вирусов. Номенклатура вирусов. Классификация вирусов по Балтимору (Baltimore classification). Принципы классификации вирусов по Балтимору. Семь основных групп вирусов по Балтимору.

### **Раздел 9. Экология микроорганизмов**

#### **Тема 20. Влияние факторов внешней среды на жизнедеятельность микроорганизмов**

Влияние абиотических факторов среды. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы (облигатные и факультативные), микроаэрофилы и аэротolerантные анаэробы. Токсические эффекты молекулярного кислорода и его производных (супероксидный анион, гидроксидный радикал, перекись водорода и др.). Защитные механизмы клетки. Влияние температуры на микроорганизмы. Кардинальные температурные точки, температурный диапазон. Психрофилы, мезофилы, термофилы. Механизмы психро- и термофилии. Отношение микроорганизмов к кислотности среды. Механизмы рН-гомеостаза.

Биотические связи с участием микроорганизмов. Взаимоотношения микроорганизмов между собой и с другими организмами. Симбиоз. Мутуализм. Комменсализм. Метабиоз. Антагонизм. Паразитизм, хищничество. Особенности взаимоотношений микроорганизмов с растениями. Ризосферная и эпифитная микрофлора. Симбиоз клубеньковых бактерий с растениями. Фитопатогенные микроорганизмы. Микроорганизмы – симбионты и патогены насекомых. Использование энтомопатогенных микроорганизмов для борьбы с вредными насекомыми. Взаимосвязь микроорганизмов с позвоночными животными. Микрофлора кишечного тракта жвачных животных в связи с особенностями их питания. Нормальная микрофлора человека. Значение микрофлоры в жизни человека. Дисбактериоз и его предупреждение. Условно-патогенные и патогенные микроорганизмы. Разнообразие патогенных микроорганизмов.

### **Тема 21. Биогеохимическая деятельность микроорганизмов**

Участие микроорганизмов в круговороте углерода. Цикл азота и специфические группы микроорганизмов, участвующие в нем. Цикл серы: серобактерии и сульфидогены.

### **Раздел 10. Прикладная микробиология**

#### **Тема 22. Некоторые аспекты прикладной микробиологии**

Использование микроорганизмов в биотехнологии. Пищевые производства, основанные на микробном метаболизме (производство молочнокислых продуктов, хлебопечение, виноделие, пивоварение). Получение с помощью микроорганизмов индивидуальных веществ (этанол, ацетон, бутанол, ферменты, витамины и т.д.). Получение микробного белка. Применение микроорганизмов в здравоохранении. Антибиотики, лечебно-профилактические препараты бактериофагов. Бактериальные препараты, нормализующие микрофлору человека (лактобактерин, бифидумбактерин и др.). Использование микроорганизмов в биогидрометаллургии. Применение микроорганизмов в процессах биоремедиации. Микробная утилизация ТБО и других отходов. Получение биотоплива. Землеудобрительные препараты (азотфикссирующие бактериальные препараты, фосфоробактерин и др.). Микробиологические препараты для борьбы с болезнями и вредителями сельскохозяйственных растений. Основы санитарной микробиологии. Определение общего микробного числа (ОМЧ). Определение санитарно-показательных микроорганизмов (СПМ). Титр и индекс СПМ. Группы СПМ.

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

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы) *
			Всего часов	Из них практиче- ская подгото- вка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 2. Микроскопические методы исследования микроорганизмов	<u>Лабораторные занятия:</u> «Правила и техника безопасности при работе в микробиологической лаборатории». «Микроскопия. Методы микроскопического исследования микроорганизмов» «Простые методы приготовления и окраски микроскопических препаратов»	6		Лабораторная работа	<i>ОПК-3 ИДК опк-3.1</i>
2	Тема 3. Морфологическое разнообразие прокариот. Структура, химический состав и функции компонентов прокариотной клетки. Морфологически дифференцированные клетки прокариот	<u>Лабораторные занятия:</u> «Морфология прокариот», «Строение прокариотной клетки», «Морфологически дифференцированные клетки прокариот».	6		Лабораторная работа	<i>ОПК-1 ИДК опк-1.1 ИДК опк-1.2 ИДК опк-1.3  ОПК-3 ИДК опк-3.1</i>
3	Тема 5. Культивирование микроорганизмов	<u>Лабораторные занятия:</u> «Методы стерилизации», «Принципы приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов. Условия культивирования», «Количественный учет микроорганизмов».	12		Лабораторная работа	<i>ОПК-3 ИДК опк-3.1</i>
4	Тема 12. Принципы	<u>Лабораторные занятия:</u> «Идентификация бактерий».	10		Лабораторная работа	<i>ОПК-1</i>

	систематики и идентификации прокариот				<i>ИДК опк-1.1 ИДК опк-1.2 ИДК опк-1.3</i>  <i>ОПК-3 ИДК опк-3.1</i>
5	Тема 14. Разнообразие и систематика микроскопических грибов	<u>Лабораторное занятие:</u> «Микроскопические грибы».	2	Лабораторная работа	<i>ОПК-1 ИДК опк-1.1 ИДК опк-1.2 ИДК опк-1.3</i>  <i>ОПК-3 ИДК опк-3.1</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 5. Культивирование микроорганизмов	Изучить следующие вопросы: 1. Накопительные, чистые, смешанные культуры микроорганизмов. 2. Условия культивирования микроорганизмов. Задание выполняется в письменной форме.	<i>ОПК-3</i>	<i>ИДК опк-3.1</i>
2	Тема 9. Пути получения энергии, основанные на окислительном фосфорилировании	Изучить следующие группировки аэробных хемоорганогетеротрофных бактерий (особенности их метаболизма, распространение и значение в природе): 1. Метилотрофные бактерии. 2. Углеводородокисляющие бактерии. 3. Целлюлозоразрушающие бактерии.	<i>ОПК-1</i>	<i>ИДК опк-1.1 ИДК опк-1.2</i>
3	Тема 10. Биосинтетические процессы у прокариот	Изучить следующий вопрос: «Вторичные метаболиты».	<i>ОПК-1</i>	<i>ИДК опк-1.1</i>
4	Тема 14. Разнообразие и систематика микроскопических грибов	Рассмотреть следующие вопросы: 1. Энтомопатогенные дейтеромицеты (рода <i>Verticillium</i> , <i>Paecilomyces</i> , <i>Beauveria</i> , <i>Metarhizium</i> ). 2. Грибы рода <i>Trichoderma</i> : практическое использование.	<i>ОПК-1</i>	<i>ИДК опк-1.1 ИДК опк-1.2</i>
5	Тема 20. Влияние факторов внешней среды на жизнедеятельность микроорганизмов	Изучить следующие вопросы: 1. Влияние излучений на микроорганизмы. 2. Взаимосвязь микроорганизмов с беспозвоночными и позвоночными животными. 3. Взаимоотношения микроорганизмов с растениями.	<i>ОПК-1</i>	<i>ИДК опк-1.1 ИДК опк-1.2</i>

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

Самостоятельная работа (СРС) 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 «Микробиология и вирусология» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекции.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции.

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

- Письменные работы.
- Подготовка к лабораторным занятиям состоит в теоретической подготовке к занятию, написании отчета по лабораторной работе.
- Выполнение творческих заданий.
- Решение ситуационных задач.
- Подготовка к тестированию.
- Подготовка к экзамену.

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

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

### **а) перечень литературы**

#### **основная литература**

1. Гусев М. В. 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. Вятчина О. Ф. Малый практикум по микробиологии : учеб.-метод. пособие / О. Ф. Вятчина, Н. Е. Буковская, О. А. Жилкина. – Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 2009. – 130 с.

#### **дополнительная литература**

1. Емцев В. Т. Микробиология : учеб. для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – М. : Дрофа, 2006. – 445 с.
2. Медицинская и санитарная микробиология / А. А. Воробьев [и др.]. – М. : Академия, 2003. – 463 с.
3. Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. вузов / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук и др.; Под ред. А. И. Нетруса. – М.: Академия, 2005. – 604 с.

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

Вятчина О. Ф. Малый практикум по микробиологии : учеб.-метод. пособие / О. Ф. Вятчина, Н. Е. Буковская, О. А. Жилкина. – Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 2009. – 130 с.

Учебно-методические материалы (лекции-презентации по темам дисциплины, вопросы для подготовки к коллоквиумам, задания для самостоятельной работы, вопросы к экзамену), 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. ЭЧЗ «БиблиоТех». Адрес доступа: <https://isu.bibliotech.ru>
  4. ЭБС «Издательство «Лань». Адрес доступа: <http://e.lanbook.com>
  5. ЭБС «Руконт». Адрес доступа: <http://rucont.ru>
  6. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа: <http://ibooks.ru>
  7. ЭБС «ЮРАЙТ». Адрес доступа: <https://www.biblio-online.ru/>
  8. <http://www.fptl.ru/biblioteka/biotehnologiya.html>
  9. <http://www.medbook.net.ru/010512.shtml>
10. Союз образовательных сайтов - Естественные науки

11. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.

12. Google Scholar –Поисковая система по научной литературе.

13. 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 100 посадочных мест; техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Микробиология и вирусология».

Аудитория для проведения занятий лабораторного типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 10 посадочных мест; доской меловой; техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Микробиология и вирусология»; встроенные боксы – 3 шт., шкаф для хранения материалов для лабораторных занятий, микроскоп бинокулярный Axiostar Plus Cart - 1 шт., микроскопы Биомед 2Led – 10 шт., микроскопы МБС-10 – 4 шт., винтовой окуляр-микрометр МОВ 1-15 – 1 шт., фазово-контрастное устройство КФ-4 – 4 шт., темнопольный конденсор – 6 шт., камеры Горяева-Тома – 8 шт., бактерицидные лампы – 5 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 2 шт., электроплита Ново-Вятка;

Аудитория для проведения занятий лабораторного типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 15 посадочных мест; доской меловой; техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Микробиология и вирусология»: проектор BenQ MS527; встроенные боксы – 2 шт., встроенный шкаф для хранения материалов для лабораторных занятий, микроскопы Биолам С11 - 3 шт., микроскопы Биолам Р12У42 – 3 шт., микроскопы Биолам Р12У11 – 4 шт., микроскопы МБС-10 – 4 шт., винтовой окуляр-микрометр МОВ 1-15 – 1 шт., фазово-контрастное устройство КФ-4 – 4 шт., весы электронные CAS 120 – 1 шт., бактерицидные лампы – 4 шт.; учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине: таблицы – 25 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 5 рабочих мест; шкаф для хранения химической посуды и лабораторного оборудования, мойка -1 шт., шкаф сушильный ТВ-151, шкаф сушильный ШС-80-01СПУ, термостаты Т-80 – 2 шт.,

термостат СКБ, термостат ТС-1/80 СПУ, весы электронные CAS 300, электрическая панель бытовая, колориметр КФК-77, сухие питательные среды, водяные бани – 4 шт.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: вытяжной шкаф – 1 шт., мойка – 1 шт., стеллаж для хранения химической посуды и лабораторного оборудования; питательные среды, лабораторная посуда и оборудование для учебного процесса.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: специализированной мебелью на 3 посадочных места; шкафы для хранения лабораторного оборудования – 2 шт., шкаф для одежды – 1 шт., встроенный бокс, термостат ТСО-1/80, холодильник «Апшерон», бактерицидная лампа – 1, ноутбук Lenovo P580, проектор BenQ MS521P; постоянные микроскопические препараты различных морфологических групп бактерий – 80 шт., постоянные препараты микромицетов – 30 шт., музейная коллекция культур бактерий для учебных занятий (14 культур), коллекция актиномицетов (40 культур), коллекция микромицетов (20 культур).

Техническое помещение (автоклавная): стерилизатор паровой ВК-75 – 2 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;

ACT-Тест Plus 4.0 (на 75 одновременных подключений) и Мастер-комплект (ACT-Maker и ACT-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)); наглядные пособия (таблицы) – 31 шт.

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для освоения дисциплины «Микробиология и вирусология» 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.

- *Лабораторные занятия* – одна из эффективных форм проведения аудиторных занятий в вузе, углубляют и закрепляют теоретические знания. На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, приобретают навыки самостоятельной работы с приборами и современным оборудованием. На лабораторных занятиях студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Ведущей целью лабораторных работ является овладение техникой эксперимента, умение решать практические задачи путем постановки опыта. Для всех лабораторных работ, которые выполняют студенты, на ведущей кафедре составляются методические указания, содержащие описание работы, порядок ее выполнения и форму отчета. Лабораторное занятие проводится в составе академической группы с разделением на подгруппы. В водной части занятия проводится знакомство студентов с содержанием предстоящей

работы, показ способов выполнения отдельных операций, напоминание отдельных положений по технике безопасности. Основная часть лабораторного занятия заключается в проведение студентом лабораторной работы. Заключительная часть предусматривает подведение итогов выполненной лабораторной работы. По определенным темам лабораторных работ письменный отчет выполняется студентами как самостоятельная работа.

- *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 «Микробиология и вирусология» 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 текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета.*

В рамках дисциплины «Микробиология и вирусология» используются следующие формы текущего контроля:

- тестирование,
- творческие задания,
- ситуационные задачи,
- письменная работа,
- лабораторная работа,
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине,
- тематика и материалы заданий,
- набор ситуационных задач,
- темы лабораторных работ и задания для лабораторных работ,
- вопросы для самостоятельного изучения,
- вопросы и билеты для экзамена,
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенций ОПК-1 и ОПК-3 (см. раздел III).

#### **Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля**

**1. Метод выделения чистых культур предложил:**

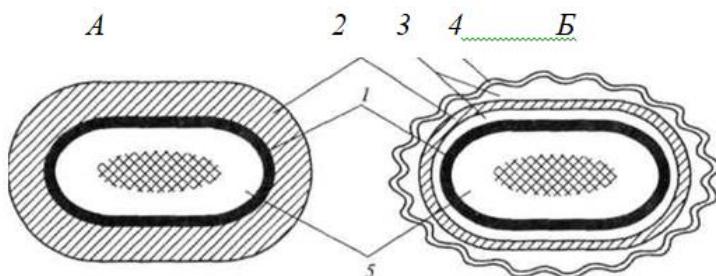
- а) А. ван Левенгук
- б) Р. Кох
- в) И. И. Мечников
- г) Л. С. Ценковский

**2. Какой тип спорообразования характерен для бактерий рода *Bacillus*:**

- плектридиальный
- клостридиальный
- бациллярный

**3.1. Укажите на каком рисунке (А или Б) изображено строение клеточной стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий;**

**3.2. Укажите соответствие структур (цитоплазма, цитоплазматическая мембрана, пептидогликановый слой, периплазматическое пространство, наружная мембрана) грамположительных и грамотрицательных бактерий цифрам на рисунке:**



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

- хемолитотрофный
- хемоорганотрофный
- фотолитотрофный
- фотоорганотрофный

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

Форма промежуточной аттестации - **экзамен**. Критерии оценок приведены в Фонде оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине (см. Приложение к программе «Микробиология и вирусология»).

ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенций ОПК-1 и ОПК-2, заявленных в разделе III.

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

1. Предмет и задачи микробиологии. Объекты микробиологии. Основные направления развития современной микробиологии: общая, медицинская, санитарная, ветеринарная, промышленная, почвенная, водная, космическая, геологическая, генетика микроорганизмов, экология микроорганизмов.

2. История возникновения и развития микробиологии. Открытие микроорганизмов А. Левенгуком. Морфологический период развития микробиологии. Физиологический период развития микробиологии. Научная деятельность Л. Пастера. Исследования Р. Коха в области медицинской микробиологии. Вклад И. И. Мечникова, Н. Ф. Гамалеи, С. Н. Виноградского и других ученых в развитие микробиологии.

3. Современный период развития микробиологии. Использование микроорганизмов в биотехнологии, биогидрометаллургии, биоремедиации. Микробиологические препараты для защиты растений на основе *Bacillus thuringiensis*. Биоудобрения на основе азотфикссирующих бактерий. Микробная утилизация ТБО и других отходов. Получение биотоплива.

4. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, основные различия.

5. Морфология прокариот.
6. Строение, химический состав и функции компонентов прокариотной клетки. Цитоплазма. Рибосомы. Внутрицитоплазматические включения: хлоросомы, фикобилисомы, карбоксисомы, аэросомы, магнетосомы, запасные вещества, белковые включения у *Bacillus thuringiensis*. Внутрицитоплазматические мембранны (фотосинтетические мембранны и др.).
7. Генетический аппарат прокариот. Нуклеоид. Плазмиды. Мигрирующие генетические элементы (транспозоны, IS-элементы).
8. Цитоплазматическая мембрана (ЦПМ) прокариот, химический состав, структура, функции. Особенности ЦПМ архей. Механизмы мембранного транспорта.
9. Клеточная стенка прокариот. Химический состав и структура клеточной стенки бактерий. Грамположительные и грамотрицательные бактерии. Особенности клеточных стенок архей. Функции клеточной стенки прокариот.
10. Капсулы, слизистые слои и чехлы. Химический состав, структура, функции.
11. Жгутиковый аппарат бактерий. Строение, химический состав, расположение жгутиков. Механизм движения. Микроворсинки: обычные пили, F-пили. Химический состав, строение, функции.
12. Основные типы движения прокариот (плавание, «роение», скольжение, подтягивающее движение и др.). Таксисы у прокариот.
13. Морфологически дифференцированные клетки прокариот. Эндоспоры, цисты, актинеты, экзоспоры. Гормогонии, баеоцисты, гетероцисты, бактероиды.
14. Эндоспоры грамположительных бактерий, образование, химический состав, строение, свойства.
15. Размножение прокариот. Способы размножения. Бинарное деление. Фазы амитоза. Почкивание. Множественное деление.
16. Рост клеток и рост популяции бактерий. Параметры микробного роста: время генерации, удельная скорость роста. Рост бактерий в периодической культуре. Кривая экспоненциального роста. Непрерывное культивирование. Рост бактерий в хемостате. Уравнение Моно; кривая насыщения.
17. Отношение прокариот к O<sub>2</sub> (облигатные аэробы, микроаэрофилы, факультативные анаэробы, облигатные анаэробы, аэротолерантные анаэробы).
18. Влияние температуры на жизнедеятельность микроорганизмов. Температурный диапазон. Психрофилы, мезофилы, термофилы и их распространение в природе. Механизмы психро- и термофилии. Использование высоких температур для инактивации микроорганизмов. Использование низких температур для хранения микроорганизмов.
19. Влияние pH среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Ацидофилы, нейтрофилы, алкалофилы, их распространение в природе. Механизмы pH-гомеостаза.
20. Химический состав прокариотной клетки. Пищевые потребности прокариот. Источники углерода. Автотрофы и гетеротрофы. Сапрофиты и паразиты. Олиготрофы и копиотрофы. Источники азота, серы, фосфора. Необходимость ионов металлов. Потребности в факторах роста. Ауксотрофы и прототрофы. Гидролитики, группы гидролитиков. Газотрофы.
21. Разнообразие способов существования и типов жизни у прокариот. Фототрофия и хемотрофия. Литотрофия и органотрофия. Автотрофия и гетеротрофия. Способы существования прокариот (8 типов). Облигатный и факультативный тип метаболизма.
22. Принцип приготовления питательных сред. Типы сред, используемые для культивирования микроорганизмов. Условия культивирования микроорганизмов.
23. Общая характеристика брожений. Определение понятия «брожение». Брожение как энергетический процесс. Определение понятия «субстратное фосфорилирование». Сбраживаемые и несбраживаемые соединения. Продукты брожений, виды брожений. Черты примитивности брожений.

24. Гомоферментативное молочнокислое брожение. Биохимия процесса. Характеристика гомоферментативных молочнокислых бактерий, распространение и роль в природе, использование в пищевой промышленности.

25. Гетероферментативное молочнокислое брожение. Биохимия процесса. Окислительный пентозофосфатный путь. Гетероферментативные молочнокислые бактерии, распространение и роль в природе, использование в пищевой промышленности.

26. Спиртовое брожение. Образование этанола дрожжами. Отношение дрожжей к  $O_2$ . Эффект Пастера. Эффект Кребтри. Характеристика дрожжей, промышленное использование. Образование этанола бактериями.

27. Маслянокислое брожение. Биохимия процесса. Характеристика бактерий рода *Clostridium*. Сахаролитические, протеолитические, пуринолитические клостридины. Распространение и значение клостридиев в природе. Практическое использование.

28. Бактериальный фотосинтез. Оксигенные и аноксигенные фототрофные бактерии. Пигменты аноксигенных фототрофных бактерий. Фотосинтетический аппарат аноксигенных фототрофных бактерий. Механизм аноксигенного фотосинтеза. Определение понятия «фотофосфорилирование». Характеристика аноксигенных фототрофных бактерий, их распространение и роль в природе. Бесхлорофильный фотосинтез галобактерий.

29. Аэробное дыхание прокариот. Состав и функционирование дыхательных цепей у прокариот. Определение понятия «окислительное фосфорилирование».

30. Группы аэробных хемоортрофных бактерий: метанотрофы и метилотрофы, аммонифицирующие и целлюлозоразрушающие бактерии.

31. Хемосинтез. Особенности дыхательных цепей хемолитотрофных прокариот. Группы хемолитотрофных прокариот: нитрифицирующие, тионовые, водородные бактерии, железобактерии, карбоксидобактерии.

32. Анаэробное дыхание. Определение понятия «анаэробное дыхание». Нитратное, сульфатное, серное, карбонатное, «железное» дыхание.

33. Систематика прокариот. Номенклатура и классификация прокариот. Концепция вида у прокариот. Понятия «штамм», «клон», «культура», «вариант». Геносистематика и феносистематика. Археи и бактерии. Отличия и черты сходства архей с бактериями и эукариотами. Хемотаксономические особенности архей.

34. Идентификация бактерий. Морфологические, тинкториальные, культуральные, физиолого-биохимические, серологические признаки. Систематика бактерий на основе генетического родства. 16Sp-РНК-система идентификации прокариот. Использование хемотаксономических признаков для идентификации. Идентификация некультивируемых микроорганизмов.

35. Определители бактерий. Принцип распределения материала в определителе бактерий Берджи (1991). Филогенетическая система классификации прокариот в «Руководстве Берджи по систематической бактериологии (2001–2015 гг.)».

36. Систематика архей. Домен Archaea. Царство Nanobellati, филум Nanobellota: общая характеристика. *Nanoarchaeum equitans* – как представительnanoархей. Царство Methanobacteriati: общая характеристика. Метаногены и облигатные экстремальные галофилы. Царство Promethearchaeati, филум Promethearchaeota (Asgardarchaeota) – ближайшие прокариотические родственники эукариот. Царство Thermoproteati, филум Thermoproteota: общая характеристика, представители.

37. Систематика бактерий. Домен Bacteria. Филум Actinomycetota. Морфология актинобактерий, метаболизм, распространение в природе. Важнейшие представители. Актинобактерии – продуценты антибиотиков. Механизм действия антибиотиков. Патогенные актинобактерии.

38. Филум Chlamydiota. Морфология, цикл развития, метаболизм. Заболевания, вызываемые хламидиями.
39. Филум Chlorobiota. Морфология, метаболизм, распространение в природе.
40. Филум Chloroflexota. Морфология, метаболизм, распространение в природе.
41. Филум Cyanobacteriota. Морфология, метаболизм, распространение в природе. Значение цианобактерий.
42. Филум Bacillota. Характеристика классов Bacilli и Clostridia: морфология, метаболизм, распространение в природе, значение. Важнейшие представители – сапрофитные и патогенные виды.
43. Филум Pseudomonadota. Краткая характеристика класса Alphaproteobacteria. Порядок Rhizobiales. Характеристика клубеньковых бактерий р. *Rhizobium*. Механизм азотфиксации. Характеристика бактерий порядка Rickettsiales.
44. Филум Pseudomonadota. Краткая характеристика класса Betaproteobactereia. Порядок Neisseriales: морфология, метаболизм, представители. Порядок Nitrosomonadales (нитрификаторы первой фазы).
45. Филум Pseudomonadota. Краткая характеристика класса Gammaproteobacteria. Порядок Enterobacteriales, семейство Enterobacteriaceae – морфология, метаболизм, распространение, значение. Типовой род семейства – род *Escherichia*. Характеристика *Escherichia coli*. *E. coli* как санитарно-показательный микроорганизм. Коли-титр, коли-индекс. Патогенные представители сем. Enterobacteriaceae: р. *Shigella*, р. *Salmonella*. Семейство Yersiniaceae: характеристика *Yersinia pestis* – возбудителя чумы. Порядок Pseudomonadales, семейство Pseudomonadaceae. Характеристика типового рода *Pseudomonas*. Порядок Vibrionales. Характеристика типового рода *Vibrio*.
46. Филум Spirochaetota. Морфология, метаболизм, места обитания. Патогенные для человека спирохеты.
47. Филум Mycoplasmatota. Морфология, метаболизм, распространение в природе. Патогенные для человека микоплазмы.
48. Прионы. История изучения прионных болезней. Структура прионов. Репликация прионов. Наследственная и инфекционная формы прионовых болезней. Пути заражения прионами.
49. Вирусы: определение, природа. Особенности вирусов, как живых организмов. Происхождение вирусов. Значение вирусов.
50. Форма, размеры, структурная организация и химический состав вирусов.
51. Типы взаимодействия вируса и клетки. Абортивная, продуктивная, интегративная инфекции. Репликативный цикл вирусов (при литическом взаимодействии вируса с клеткой).
52. Бактериофаги. Морфология и структура бактериофагов. Взаимодействие фагов с бактериями. Вирулентные и умеренные фаги. Литический цикл. Лизогенный цикл. Бактериальный иммунитет. Выделение и выявление бактериофагов. Роль бактериофагов в биосфере. Применение бактериофагов.
53. Принципы систематики и классификации вирусов. Классификация Международного комитета по таксономии вирусов. Критерии классификации вирусов. Таксономия вирусов. Определение понятия «вид» у вирусов. Номенклатура вирусов. Классификация вирусов по Балтимору. Принципы классификации вирусов по Балтимору.
- Краткая характеристика отдельных групп вирусов:

54. (I) Вирусы, содержащие двуцепочечную ДНК и не имеющие РНК-стадии: семейство *Herpesviridae* (герпесвирусы, вирус Эпштейна-Барра); семейство *Papovaviridae* (папилломавирусы); семейство *Adenoviridae*; семейство *Poxviridae* (вирус натуральной оспы, вирусы оспы насекомых); семейство *Baculoviridae* – особенности бакуловирусов.

55. (IV) Вирусы, содержащие одноцепочечную молекулу РНК положительной полярности: семейство *Picornaviridae* (вирус полиомиелита, возбудитель вирусного гепатита А); семейство *Flaviviridae* (вирус клещевого энцефалита); семейство *Coronaviridae*.

56. (V) Вирусы, содержащие одноцепочечную молекулу РНК негативной или двойной полярности: семейство *Orthomyxoviridae* (Род *Influenzavirus*); семейство *Filoviridae* (вирусы Марбург и Эбола).

57. (VI) Вирусы, содержащие одноцепочечную молекулу РНК и имеющие в своем жизненном цикле стадию синтеза ДНК на матрице РНК: семейство *Retroviridae* (онковирусы, вирус иммунодефицита человека).

58. Вироиды.

59. Микроскопические грибы. Мицелярные и дрожжевые формы грибов. Морфология. Способы размножения. Тип питания. Классификация. Краткая характеристика отдельных групп микроскопических грибов. Распространение, роль в природе, практическое использование.

60. Участие микроорганизмов в круговороте углерода, азота и серы.

61. Взаимоотношения микроорганизмов между собой и с другими организмами (симбиозы, мутуализм, комменсализм, метабиоз, паразитизм и др.)

62. Накопительные культуры и принцип элективности. Чистые культуры, методы получения, значение.

63. Понятия «стерилизация», «дезинфекция». Методы стерилизации, используемые в микробиологической практике.

**Разработчик:**

Вятчина

доцент О. Ф. Вятчина

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», специализации «Биоинженерия и биоинформатика», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 12 августа 2020 г. № 973.

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.*