

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Лужанин Владимир Геннадьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 20.01.2026 18:02:08

Уникальный программный ключ: «Пермская государственная фармацевтическая академия»  
d56ba45a9b6e5c64a319e2c5ae3bb2cd4b840af0

Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Кафедра микробиологии**  
(наименование кафедры)

**УТВЕРЖДЕНА**

решением кафедры микробиологии

Протокол от «26» июня 2025 г.

№ 10

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.36 Экспериментальные микробиологические методы исследования  
в фармацевтической биотехнологии**

(индекс, наименование дисциплины (модуля), в соответствии с учебным планом)

**Б1.О.36 ЭММИВФБ**

(индекс, краткое наименование дисциплины)

**19.03.01 Биотехнология**

(код, наименование направления подготовки (специальности)

**Фармацевтическая биотехнология**

(направленность(и) (профиль (и)/специализация(ии)

**Бакалавр**

(квалификация)

**Очная**

(форма(ы) обучения)

Год набора - 2026

Пермь, 2025 г.

**Авторы–составители:**

канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры микробиологии Рябова О.В.

Заведующий кафедрой микробиологии, доктор. фармацевт. наук, доцент Новикова В.В.

Согласовано Центральным методическим советом ФГБОУ ВО ПГФА Минздрава России  
протокол от 05.12.2025 г. № 2.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2.	Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3.	Содержание и структура дисциплины.....	6
4.	Фонд оценочных средств по дисциплине.....	8
5.	Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины.....	19
6.	Учебная литература для обучающихся по дисциплине.....	20
7.	Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы.....	20

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код компетенций	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК -7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ОПК-7.1	Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, используя биологические и микробиологические методы; обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные, в том числе с использованием методов математической статистики.	<p><b>На уровне знаний:</b></p> <p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основных продуцентов и продукты фармацевтической биотехнологии;</li> <li>- методологию проведения экспериментального исследования;</li> <li>- современные биотехнологические базы данных и информационные системы для поиска и обработки информации;</li> <li>- методы получения и модификации продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов, изучения их целевых свойств;</li> <li>- методы культивирования продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов, их количественного учета и идентификации.</li> </ul> <p><b>На уровне умений:</b></p> <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать микроорганизмы-продуценты биотехнологических фармацевтических продуктов в качестве объектов исследования;</li> <li>- работать с современными профессиональными базами данных, микробиологическим лабораторным оборудованием, средствами измерений, используемыми при проведении экспериментальных микробиологических исследований;</li> <li>- самостоятельно проводить экспериментальные исследования (<i>in vitro</i> на релевантных моделях) и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, используя биологические и микробиологические методы, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, в том числе с использованием методов математической статистики.</li> </ul>

## **2. Объем и место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина Б1.О.36 Микробиология относится к вариативной части ОПОП, в соответствии с учебным планом изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины – 72 ч/2 з.е.

Количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем – 36, из них: занятий лекционного типа – 14 ч, семинарского типа (лабораторные) – 22 ч.

Количество академических часов, выделенных на самостоятельную работу обучающихся – 36 ч.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

### 3. Содержание и структура дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины.

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего часов	Объем дисциплины, ч			Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации			
			Контактная работа обучающихся по видам учебных занятий	СР	Л				
<b>Очная форма обучения</b>									
<b>Семестр №7</b>									
Тема 1	Введение в дисциплину	11	2	2	5	Реферат с элементами УИР и творческими заданиями*			
Тема 2	Современные профессиональные микробиологические базы данных, информационные системы и программное обеспечение для поиска и обработки информации в области фармацевтической биотехнологии	12	2	2	6	Реферат с элементами УИР и творческими заданиями*			
Тема 3	Методология и методы получения продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов. Методы изучения противомикробной активности БАВ.	12	3	4	6	Реферат с элементами УИР и творческими заданиями*			
Тема 4	Методы культивирования и оптимизация условий культивирования продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов	11	2	4	6	Реферат с элементами УИР и творческими заданиями*			
Тема 5	Современные методы идентификации микроорганизмов – продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов	13	3	4	6	Реферат с элементами УИР и творческими заданиями*			
Тема 6	Методы количественного подсчета микроорганизмов при проведении экспериментальных исследований и статистическая обработка результатов	11	2	4	5	Реферат с элементами УИР и творческими заданиями*			
<b>Промежуточная аттестация</b>		<b>2</b>		2	2	<b>Зачет</b>			
<b>Всего:</b>		<b>72 ч/2 з.е.</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>36</b>				

\*Каждый студент в течение семестра готовит 1 реферат по предоставленной тематике. Поскольку реферат содержит задания по каждой теме дисциплины, студент готовит разделы реферата в процессе самостоятельной работы после прохождения соответствующей темы. УИР – учебно-исследовательская работа.

#### Содержание дисциплины.

**Тема 1. Введение в дисциплину.** Понятие о фармацевтической биотехнологии, продуцентах и

продуктах фармацевтической биотехнологии. Определение и методология экспериментального исследования, классификация экспериментальных исследований; объекты, методы, оборудование и средства измерений и обработки информации, используемые при проведении микробиологических исследований в области фармацевтической биотехнологии. **Тема 2. Современные профессиональные микробиологические базы данных, информационные системы и программное обеспечение для поиска и обработки информации в области фармацевтической биотехнологии.** Понятие о геномике, протеомике, биоинформатике. Научно-библиографические базы (PubMed, Embase, Scopus, eLibrary и др.), патентные базы данных, базы данных нуклеотидных последовательностей (GenBank(NCBI), EMBL(EBI), DDBJ (NIG), INSDC)), белковые базы данных (PDB, UniProt), таксономические и видовые базы данных (база института Лейбница Немецкая коллекция микроорганизмов и клеточных структур, Всероссийская коллекция микроорганизмов, Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов НИЦ «Курчатовский институт» и др.), программное обеспечение для биоинформатики. Цель и методы работы с биотехнологическими базами данных и программным обеспечением. **Тема 3. Методология и методы получения продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов. Методы изучения противомикробной активности БАВ.** Методология получения продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов. Методы выделения продуцентов биотехнологических продуктов из объектов окружающей среды (получение «диких» штаммов). Методы изучения целевых свойств выделенных продуцентов, их скрининг по целевым свойствам, понятие о высокопроизводительном скрининге. Методы изучения противомикробной активности БАВ. Модификация продуцентов с помощью методов селекции, мутагенеза, клеточной и генетической инженерии. **Тема 4. Методы культивирования и оптимизация условий культивирования продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов.** Условия и методы культивирования основных продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов. Питательные среды, используемые при культивировании, способы создания аэробных и анаэробных условий, схемы промышленного получения микробиологических продуктов фармацевтической биотехнологии. Понятие об оптимизации условий культивирования продуцентов по экспериментальным данным и по математическим моделям. **Тема 5. Современные методы идентификации микроорганизмов – продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов.** Микроскопические методы изучения биологических объектов – продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов: понятие микроскопического метода исследований, виды микроскопии, современное оборудование, используемое для проведения микроскопических исследований в микробиологии. Методы изучения морфологии основных продуцентов биотехнологических фармацевтических продуктов. Биохимические методы изучения биологических объектов – продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов: алгоритмы и основные биохимические тесты, используемые при идентификации основных продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов. Молекулярно-биологические методы идентификации продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов: секвенирование 16S и 23S рРНК, полногеномное секвенирование, ДНК-ДНК-гибридизация и др. Представление о кластерном анализе при обработке результатов молекулярно-генетического исследования (построение филогенетического дерева). **Тема 6. Методы количественного подсчета микроорганизмов при проведении экспериментальных исследований и статистическая обработка результатов.** Чашечные методы, метод наименее вероятного числа (НВЧ), микроскопические методы, нефелометрические методы. Статистическая обработка данных: дисперсионный анализ.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Формы и материалы текущего контроля.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины Б1.В.ОД.13 Экспериментальные микробиологические методы исследования в фармацевтической биотехнологии используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся: реферат с элементами УИР и творческими заданиями.

Примерные темы рефератов с элементами УИР и творческими заданиями\*:

Род *Bifidobacterium*. Характеристика штамма *Bifidobacterium bifidum* M38018

Род *Bifidobacterium*. Характеристика штамма *Bifidobacterium asteroides* M58730

Род *Bifidobacterium*. Характеристика штамма *Bifidobacterium breve* M58731

Род *Bifidobacterium*. Характеристика штамма *Bifidobacterium indicum* D86188

Род *Bifidobacterium*. Характеристика штамма *Bifidobacterium minimum* AB433856

Род *Brevibacterium*. Характеристика штамма *Brevibacterium linens* X77451

Род *Brevibacterium*. Характеристика штамма *Brevibacterium aurantiacum* X76566

Род *Brevibacterium*. Характеристика штамма *Brevibacterium casei* AJ251418

Род *Brevibacterium*. Характеристика штамма *Brevibacterium samyangense* DQ344485

Род *Corynebacterium*. Характеристика штамма *Corynebacterium glutamicum* AF314192

Род *Lactobacillus*. Характеристика штамма *Lactobacillus amylovorus* M58805

Род *Lactobacillus*. Характеристика штамма *Lactobacillus amyloolyticus* Y17361

Род *Lactobacillus*. Характеристика штамма *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* AB007908

Род *Lactobacillus*. Характеристика штамма *Lactobacillus amylovorus* M58805

Род *Lactobacillus*. Характеристика штамма *Lactobacillus amyloolyticus* Y17361

Род *Micromonospora*. Характеристика штамма *Micromonospora echinospora* X92607

Род *Sreptomyces*. Характеристика штамма *Sreptomyces hygroscopicus* AB184428

\* Список тем может быть актуализирован в соответствии с изменениями в LPSN (List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature – Список достоверно опубликованных названий прокариот) и других источниках научной информации без внесения изменений в рабочую программу дисциплины.

Обязательные разделы реферата:

Введение.

Содержание.

1. История изучения рода.
2. Описание рода (морфология, культуральные, биохимические свойства, экология).
3. Практическое применение представителей рода в фармацевтической биотехнологии.
4. Информация о генетической модификации представителей рода, имеющих практическое значение.
5. Характеристика штамма\*\*
  - 5.1 Описание морфологических, культуральных, ферментативных свойств.
  - 5.2 Соотношение Г+Ц пар и последовательность 16S рРНК в формате FASTA.
  - 5.3 Построение филогенетического дерева с использованием программных продуктов NCBI Blast и MAFFT.
  - 5.4 Описание практического применения, методов и условий культивирования.
  - 5.5 Список опубликованных за последние 3 года научных источников, содержащих информацию о штамме, с указанием научно-библиографических баз данных, из которых получены сведения о публикациях\*\*\*.
  - 5.6 Творческое задание №1. Проанализировать результаты исследований, представленных в списке 5.5, написать краткое резюме в научном стиле.
  - 5.7 Творческое задание №2. Сформулировать ситуационную задачу и представить ее решение, используя знания о методиках определения численности микроорганизмов и математической обработки данных.
- Заключение

## Список использованных источников

\*\* В случае отсутствия какой-либо информации о штамме, приводится информация о виде.

\*\*\*При отсутствии публикаций за последние 3 года допускается увеличить глубину поиска до необходимого предела.

Элементом УИР является раздел реферата «Характеристика штамма». Для описания данного раздела студент проводит работу с различными профессиональными базами данных, программными продуктами для биоинформатики, научной литературой, определителями, практикумами, а также использует материалы лекций, знания и умения, полученные в процессе прохождения дисциплины.

### 4.1.2. Шкала оценивания для текущего контроля

Дифференцированная оценка за реферат с элементами УИР и творческими заданиями:

«Отлично» – выставляется, если реферат содержит все обязательные разделы, оформлен полностью в соответствии с предъявляемыми требованиями; информация в реферате изложена логично и является достоверной; в тексте приводятся ссылки на литературу, позволяющие проверить представленную информацию; оба творческие задания выполнены правильно.

«Хорошо» – выставляется, если реферат содержит все обязательные разделы, основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты; в частности, имеются неточности в изложении материала; не всегда присутствует логическая последовательность в суждениях; имеются незначительные упущения в оформлении; оба творческие задания выполнены, но, возможно, с незначительными ошибками.

«Удовлетворительно» – выставляется, если имеются существенные отступления от требований к реферированию; в частности: реферат содержит не все обязательные разделы; имеются эпизоды приведения недостоверной информации; в тексте встречаются некорректные ссылки на литературу; оба творческие задания выполнены, но, возможно, с грубыми ошибками или неправильно.

«Неудовлетворительно» – выставляется, если в реферате имеется менее 50% обязательных разделов; оба творческих задания не представлены; более 50% представленной информации является недостоверной или ее невозможно проверить (в тексте отсутствуют ссылки на литературу).

## 4.2. Формы и материалы промежуточной аттестации

### 4.2.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

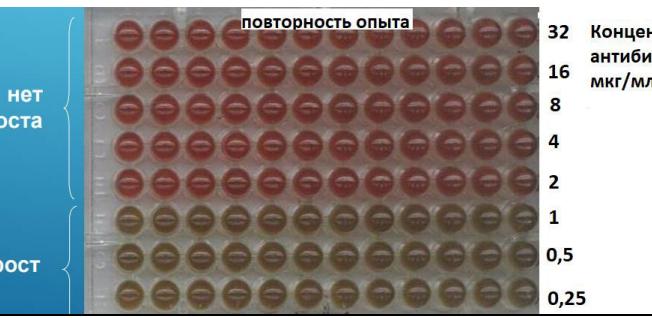
### 4.2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации: тестовый контроль с заданиями закрытого и открытого типов.

Пример типового билета на зачете:

№ п/ п	Задание	Правильный ответ	Компетенция, индикатор
1.	<p>Выберите неверное утверждение:</p> <p>a. эксперимент — процедура, выполняемая для поддержки, опровержения или подтверждения гипотезы или теории</p> <p>b. любой эксперимент имеет цель</p> <p>c. эксперименты основаны на измерениях</p> <p>d. проведение эксперимента не требует статистической обработки результатов</p>	d. проведение эксперимента не требует статистической обработки результатов	ОПК 7 ОПК 7.1
2.	<p>Экспериментальные исследования не бывают:</p> <p>a. лабораторными</p> <p>b. многофакторными</p> <p>c. неопределенными</p> <p>d. поисковыми</p>	c. неопределенными	ОПК 7 ОПК 7.1
3.	<p>Прибор, обычно не используемый в микробиологических экспериментах:</p> <p>a. термостат</p> <p>b. фотоэлектроколориметр</p> <p>c. реостат</p> <p>d. микроскоп</p>	c. реостат	ОПК 7 ОПК 7.1
4.	<p>Базой данных генетических последовательностей является:</p> <p>a. GenBank</p> <p>b. UniProt</p> <p>c. Pubchem</p> <p>d. Zinc</p>	a. GenBank	ОПК 7 ОПК 7.1
5.	<p>eLibrary является:</p> <p>a. библиографической базой данных</p> <p>b. патентной базой данных</p> <p>c. базой данных генетических последовательностей</p> <p>d. базой данных белковых последовательностей</p>	a. библиографической базой данных	ОПК ОПК 7.1
6.	<p>Продуктами фармацевтической биотехнологии не являются:</p> <p>a. аминокислоты</p> <p>b. минеральные кислоты</p> <p>c. антибиотики</p> <p>d. витамины</p>	a. минеральные кислоты	ОПК 7 ОПК 7.1

7.	<p>В качестве мутагенов при использовании метода мутагенеза для модификации биотехнологических объектов применяют:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>азотную кислоту</li> <li>серную кислоту</li> <li>акридиновые красители</li> <li>хлоргексидин</li> </ol>	с. акридиновые красители	ОПК 7 ОПК 7.1
8.	<p>В клеточной инженерии используется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>техника протопластирования</li> <li>моделирование рекомбинантной ДНК <i>in silico</i></li> <li>конструирование рекомбинантной ДНК <i>in vitro</i></li> <li>конструирование рекомбинантной ДНК <i>in vivo</i></li> </ol>	а. техника протопластирования	ОПК 7 ОПК 7.1
9.	<p>При периодическом культивировании</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>микроорганизмы всегда находятся в фазе экспоненциального роста</li> <li>микроорганизмы всегда находятся в стационарной фазе роста</li> <li>наблюдается смена фаз роста микроорганизмов в следующем порядке: фаза ускорения роста, лаг-фаза, экспоненциальная фаза, фаза замедления роста, стационарная фаза, фаза отмирания культуры</li> <li>наблюдается смена фаз роста микроорганизмов в следующем порядке: лаг-фаза, фаза ускорения роста, экспоненциальная фаза, фаза замедления роста, стационарная фаза, фаза отмирания культуры</li> </ol>	d. наблюдается смена фаз роста микроорганизмов в следующем порядке: лаг-фаза, фаза ускорения роста, экспоненциальная фаза, фаза замедления роста, стационарная фаза, фаза отмирания культуры	ОПК 7 ОПК 7.1
10.	<p>Продуценты витамина В<sub>12</sub> в биотехнологическом производстве</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>Bacillus</i></li> <li><i>Penicillium</i></li> <li><i>Azotobacter</i></li> <li><i>Propionibacterium</i></li> </ol>	d. <i>Propionibacterium</i>	ОПК 7 ОПК 7.1
11.	<p>К методам изучения противомикробной активности БАВ не относится:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>метод лунок</li> <li>метод серийных разведений</li> <li>экспрессный редокс-метод</li> <li>молекулярно-биологический метод</li> </ol>	d. молекулярно-биологический метод	ОПК 7 ОПК 7.1
12.	<p>Питательная среда для выделения бифидобактерий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>МПА</li> <li>Китта-Тароцци</li> <li>Блаурокка</li> <li>Гисса</li> </ol>	с. Блаурокка	ОПК 7 ОПК 7.1

13.	Секвенирование 16S рРНК микроорганизмов относится к: a. микроскопическим методам идентификации b. биохимическим методам методам идентификации c. молекулярно-биологическим методам идентификации d. серологическим методам идентификации	с. молекулярно-биологическим методам идентификации	ОПК 7 ОПК 7.1
14.	В основе построения филогенетического дерева лежит: a. дисперсионный анализ b. кластерный анализ c. дискриминантный анализ d. корреляционный анализ	b. кластерный анализ	ОПК 7 ОПК 7.1
15.	К методам определения численности микроорганизмов в образце не относится: a. глубинный чашечный агаровый метод посева b. поверхностный чашечный агаровый метод посева c. метод наименее вероятного числа d. метод наименее вероятного числа	d. метод наименее вероятного числа	ОПК 7 ОПК 7.1
16.	Студент проходит практику в микробиологической научно-исследовательской лаборатории. Ему поставлена задача предложить природные субстраты для выделения новых штаммов актиномицетов – продуцентов антибиотиков. Предложите один субстрат, из которого наиболее вероятно выделить эти микроорганизмы.	почва	ОПК 7 ОПК 7.1
17.	При первичном выделении актиномицетов из исследуемого образца на селективной питательной среде обнаружены серые бархатистые колонии, при микроскопии которых выявлена следующая картина: на воздушном мицелии присутствуют прямые цепочки спор, на разветвленном не распадающемся субстратном мицелии споры не обнаруживаются. Диаметр мицелия не превышает 0,7 мкм. Сделайте предварительное предположение о роде выделенного актиномицета. Какие дополнительные методы исследования необходимо применить для более точной идентификации?	Описанная морфология выделенного микроорганизма характерна для рода <i>Streptomyces</i> . Дополнительно необходимо применить молекулярно-биологические и биохимические методы исследования.	ОПК 7 ОПК 7.1
18.	Микробиологическая научно-исследовательская лаборатория проводит поиск продуцентов новых антибиотиков. За определенный период времени лабораторией выделена коллекция из 5000 штаммов. Коллекцию необходимо протестировать на наличие перспективных штаммов, производящих новые антибиотики. Какой научный термин можно применить к такому тестированию (отбору)?	скрининг	ОПК 7 ОПК 7.1
19.	Исследователь, выделивший новый бактериальный штамм, с целью его идентификации провел секвенирование гена 16S рРНК. Первичный сравнительный анализ	Штамм, выделенный исследователем, и наиболее	ОПК 7 ОПК 7.1

	полученных нуклеотидных последовательностей с репрезентативными последовательностями базы данных GenBank исследователь провел с помощью программы NCBI Blast. Результат: исследуемый штамм имел показатель сходства с наиболее близким штаммом из базы GenBank, равный 90%. Какой вывод можно сделать?	близкий к нему штамм из базы GenBank, нельзя рассматривать как относящиеся к одному виду.																					
20.	Проведено исследование антимикробной активности нового антибиотика в отношении тест-культуры <i>S. aureus</i> , для чего использовался микрометод. Результаты представлены на фотографии. Определите минимальную подавляющую концентрацию антибиотика в отношении тестируемой культуры. Результат запишите в формате «число мкг/мл»	2 мкг/мл	ОПК 7 ОПК 7.1																				
																							
21.	При исследовании различных микроорганизмов на способность продуцировать рибофлавин получены следующие результаты:	<i>Ashbyii gossipii</i>	ОПК 7 ОПК 7.1																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Микроорганизмы – продуценты</th> <th>Выход витамина (мг, %)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Clostridium acetobutylicum</i></td> <td>97</td> </tr> <tr> <td><i>Mycobacterium smegmatis</i></td> <td>58</td> </tr> <tr> <td><i>Mycocandida riboflavina</i></td> <td>200</td> </tr> <tr> <td><i>Bacillus subtilis</i> 24A1/pMx45</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td><i>Candida flaveri</i></td> <td>567</td> </tr> <tr> <td><i>Bacillus subtilis</i> 62/pMX30ribO186</td> <td>1240</td> </tr> <tr> <td><i>Candida membranifaciens</i> subsp. <i>Flavinogenie</i> W14-3</td> <td>2200</td> </tr> <tr> <td><i>Eremothecium ashbyii</i></td> <td>2480–6000</td> </tr> <tr> <td><i>Ashbyii gossipii</i></td> <td>6420</td> </tr> </tbody> </table> <p>Какая культура является наиболее эффективной?</p>	Микроорганизмы – продуценты	Выход витамина (мг, %)	<i>Clostridium acetobutylicum</i>	97	<i>Mycobacterium smegmatis</i>	58	<i>Mycocandida riboflavina</i>	200	<i>Bacillus subtilis</i> 24A1/pMx45	500	<i>Candida flaveri</i>	567	<i>Bacillus subtilis</i> 62/pMX30ribO186	1240	<i>Candida membranifaciens</i> subsp. <i>Flavinogenie</i> W14-3	2200	<i>Eremothecium ashbyii</i>	2480–6000	<i>Ashbyii gossipii</i>	6420		
Микроорганизмы – продуценты	Выход витамина (мг, %)																						
<i>Clostridium acetobutylicum</i>	97																						
<i>Mycobacterium smegmatis</i>	58																						
<i>Mycocandida riboflavina</i>	200																						
<i>Bacillus subtilis</i> 24A1/pMx45	500																						
<i>Candida flaveri</i>	567																						
<i>Bacillus subtilis</i> 62/pMX30ribO186	1240																						
<i>Candida membranifaciens</i> subsp. <i>Flavinogenie</i> W14-3	2200																						
<i>Eremothecium ashbyii</i>	2480–6000																						
<i>Ashbyii gossipii</i>	6420																						
22.	При разработке новой субъединичной вакцины для повышения ее иммуногенности в состав необходимо ввести ...	адьювант	ОПК 7 ОПК 7.1																				
23.	Сотруднику лаборатории поставлена задача разработать новый пробиотик на основе представителей рода <i>Lactobacillus</i> . При этом сотрудник должен самостоятельно создать коллекцию новых штаммов лактобактерий. Клетки какой морфологии он должен обнаружить при микроскопическом изучении (окраска по Граму) искомых культур, полученных после первичного выделения из исследуемого материала?	Грамположительные палочки, не образующие спор.	ОПК 7 ОПК 7.1																				

24.	<p>При посеве 1 мл жидкого исследуемого материала в разведении <math>10^{-5}</math> поверхностным методом на плотную питательную среду в объеме 0,1 мл на чашку в трех повторностях получено следующее количество бактериальных колоний: 27 (на 1-й чашке), 35 (на 2-й чашке), 32 (на 3-й чашке). Рассчитайте количество бактерий в 1 мл исходного (неразведенного) материала. Напишите числовое значение (как это принято в микробиологии), округленное до первого знака после запятой, а также укажите единицы измерения.</p>	$3,1 \times 10^7$ КОЕ/мл	ОПК 7 ОПК 7.1
25.	<p>Что представлено на рисунке?</p> <pre> graph LR     Root --- Node1[Outgroups]     Node1 --- Node2[Lactiplantibacillus plantarum strain UAMI 31]     Node1 --- Node3[LF-8 strain]     Node1 --- Node4[Lactiplantibacillus plantarum strain NRRL B-14768]     Node1 --- Node5[Lactiplantibacillus argentoratensis strain LSM1-4]     Node1 --- Node6[Lactiplantibacillus argentoratensis strain DKO 22]     Node1 --- Node7[Lactiplantibacillus pentosus strain R1]     Node1 --- Node8[Lactobacillus pentosus strain 124-2]     Node1 --- Node9[Lactobacillus fabifermentans strain DSM 21115]     Node1 --- Node10[Lactobacillus fabifermentans strain LMG 24284]     Node1 --- Node11[Companilactobacillus furfuricola strain JCM 18764]     Node1 --- Node12[Apilactobacillus kunkeei strain YH-15]   </pre>	Филогенетическое древо	ОПК 7 ОПК 7.1
26.	<p>При изучении биохимических свойств одного из производственных штаммов бифидобактерий, было обнаружено, что он ферментирует (+ или +-) глюкозу, лактозу, целлобиозу, сахарозу; не ферментирует (-) маннозу, арабинозу, ксилозу, инулин, сорбит, салицин; не разжигает желатин и не сквашивает молоко. Проанализируйте данные таблицы, сделайте вывод, для какого штамма характерны такие свойства (укажите полное название и номер штамма).</p>	<i>B. bifidum</i> 1	ОПК 7 ОПК 7.1

Таблица – Физиолого-биохимические свойства производственных штаммов бактерий рода *Bifidobacterium*

Свойства	Штаммы бактерий рода <i>Bifidobacterium</i>					
	<i>B. bifidum</i>			<i>B. adolescentis</i> MC-42	<i>B. longum</i> B379M	<i>B. longum</i> BB-46 и DSM 20219
	1	791	ЛВА-3			
Ферментирует без образования газа:						
-глюкозу	+	+	+	+	+	+
-лактозу	+	+	+	+	+	+
-мальтозу				+	+	+
-маннозу	-	-	-	+	+	+
-целлобиозу	+	+	+	± слабо	+	+
-сахарозу	+	+	+	+ медленно	+	+
-арабинозу	-	-	-	-	-	-
-ксилозу	-	-	-	-	-	-
-инулин	-	-	-	-	-	-
-сорбит	-	-	-	-	-	-
-салацин	-	-	-	-	-	-
Оптимальная температура для роста ( $38 \pm 1$ ) °C	+	+	+	+	+	+
Разжижает желатин	-	-	-	-	-	-
Сквашивает молоко	-	+	+	+		

27. Метод в математической статистике, направленный на поиск зависимостей в экспериментальных данных путём исследования значимости различий в средних значениях.

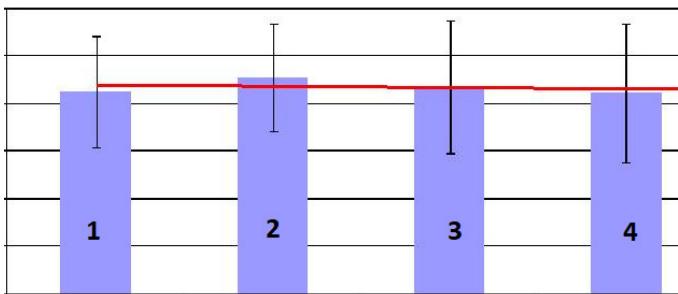
дисперсионный анализ

ОПК 7  
ОПК 7.1

28. На диаграмме представлены результаты определения численности микроорганизмов в четырех образцах. Есть ли статистически достоверные различия между численностью микроорганизмов в разных образцах? Если есть, то какие образцы различаются между собой?

статистически достоверных различий нет

ОПК 7  
ОПК 7.1



29.	<p>Проанализируйте результаты исследования по влиянию pH питательной среды на численность и продукцию antimикробных соединений штаммом <i>Lactobacillus reuteri</i>. Укажите наиболее оптимальное значение pH.</p> <p><b>Влияние различных значений pH питательной среды на продукцию antimикробных бактериоциноподобных соединений (предположительно реутерина) штаммом <i>Lactobacillus reuteri</i></b></p> <table border="1" data-bbox="199 335 1327 505"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Показатель</th><th colspan="5">pH</th></tr> <tr> <th>5,8</th><th>6,0</th><th>6,2</th><th>6,4</th><th>6,6</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Количество клеток <i>Lb. reuteri</i>, lg (КОЕ/мл)</td><td>8,7±0,34</td><td>8,8±0,21</td><td>8,9±0,11</td><td>9,3±0,23</td><td>8,7±0,15</td></tr> <tr> <td>Диаметр зоны ингибирования роста тест-штамма <i>E. coli</i>, мм</td><td>17±1,41</td><td>19±1,41</td><td>22±1,41</td><td>23±1,41</td><td>21±1,06</td></tr> </tbody> </table>	Показатель	pH					5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	Количество клеток <i>Lb. reuteri</i> , lg (КОЕ/мл)	8,7±0,34	8,8±0,21	8,9±0,11	9,3±0,23	8,7±0,15	Диаметр зоны ингибирования роста тест-штамма <i>E. coli</i> , мм	17±1,41	19±1,41	22±1,41	23±1,41	21±1,06	6,4		ОПК 7 ОПК 7.1
Показатель	pH																										
	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6																						
Количество клеток <i>Lb. reuteri</i> , lg (КОЕ/мл)	8,7±0,34	8,8±0,21	8,9±0,11	9,3±0,23	8,7±0,15																						
Диаметр зоны ингибирования роста тест-штамма <i>E. coli</i> , мм	17±1,41	19±1,41	22±1,41	23±1,41	21±1,06																						
30.	Мишенью для действия мутагенов в клетке является...	ДНК	(дезоксирибонуклеиновая кислота)	ОПК 7 ОПК 7.1																							

#### 4.2.3. Шкала оценивания для промежуточной аттестации

Тестовый контроль (каждое задание оценивается в 1 балл; 1 балл начисляется за полностью правильный ответ).

Дифференцированная оценка:

51- 100 % правильных ответов – оценка «зачтено»,

0 – 50 % правильных ответов – оценка «не зачтено».

#### 4.3. Соответствие оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине формируемым компетенциям

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства промежуточной аттестации
		Тестовый контроль (задания закрытого и открытого типов)
ОПК 7	ОПК 7.1	+

#### 4.4. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Структурные элементы оценочных средств	Критерии оценки сформированности компетенции	
			Не сформирована	Сформирована
ОПК 5	ОПК 5.1	Тестовый контроль (задания закрытого и открытого типов)	<p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основных продуцентов и продукты фармацевтической биотехнологии;</li> <li>- методологию проведения экспериментального исследования;</li> <li>- современные биотехнологические базы данных и информационные системы для поиска и обработки информации;</li> <li>- методы получения и модификации продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов, изучения их целевых свойств;</li> <li>- методы культивирования продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов, их количественного учета и идентификации.</li> </ul>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основных продуцентов и продукты фармацевтической биотехнологии;</li> <li>- методологию проведения экспериментального исследования;</li> <li>- современные биотехнологические базы данных и информационные системы для поиска и обработки информации;</li> <li>- методы получения и модификации продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов, изучения их целевых свойств;</li> <li>- методы культивирования продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов, их количественного учета и идентификации.</li> </ul>

		<p>учета и идентификации.</p> <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать микроорганизмы-продуценты биотехнологических фармацевтических продуктов в качестве объектов исследования;</li> <li>- работать с современными профессиональными базами данных, микробиологическим лабораторным оборудованием, средствами измерений, используемыми при проведении экспериментальных микробиологических исследований;</li> <li>- самостоятельно проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, используя биологические и микробиологические методы, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, в том числе с использованием методов математической статистики.</li> </ul>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать микроорганизмы-продуценты биотехнологических фармацевтических продуктов в качестве объектов исследования;</li> <li>- работать с современными профессиональными базами данных, микробиологическим лабораторным оборудованием, средствами измерений, используемыми при проведении экспериментальных микробиологических исследований;</li> <li>- самостоятельно проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, используя биологические и микробиологические методы, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, в том числе с использованием методов математической статистики.</li> </ul>
--	--	--	---

Компетенция считается сформированной на уровне требований к дисциплине в соответствии с образовательной программой, если по итогам применения оценочных средств промежуточной аттестации или их отдельных элементов результаты, демонстрируемые обучающимся, отвечают критерию сформированности компетенции.

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации компетенция не сформирована на уровне требований к дисциплине в соответствии с образовательной программой (результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции), обучающемуся выставляется оценка "не засчитено".

## 5. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 5.1 Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой обучающихся всегда находится в центре внимания кафедры.

Обучающимся необходимо:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендованной литературы;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции; при затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным источникам литературы; если разобраться в материале не удается, то необходимо обратиться к преподавателю на лабораторных занятиях.

## 5.2 Рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям.

Обучающимся следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного лабораторного занятия по рекомендованным источникам литературы проработать теоретический материал соответствующей темы занятия;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании;
- в ходе лабораторного занятия ознакомиться с методикой проведения работы, выполнить все необходимые задания, подготовить и защитить отчет о проделанной работе.

## 5.3 Рекомендации по работе с литературой

Любая форма самостоятельной работы студента начинается с изучения соответствующей литературы, как в библиотеке, так и дома.

Рекомендации студенту:

- выбранный источник литературы целесообразно внимательно просмотреть; следует ознакомиться с оглавлением, прочитать аннотацию и предисловие; целесообразно ее пролистать, рассмотреть иллюстрации, таблицы, диаграммы, приложения; такое поверхностное ознакомление позволит узнать, какие главы следует читать внимательно, а какие прочитать быстро;
- в источниках литературы, принадлежащих студенту, ключевые позиции можно выделять маркером или делать пометки на полях; при работе с Интернет-источником целесообразно также выделять важную информацию; если источники литературы не являются собственностью студента, то целесообразно записывать номера страниц, которые привлекли внимание, позже следует вернуться к ним, перечитать или переписать нужную информацию; физическое действие по запоминанию помогает прочно заложить данную информацию в «банк памяти».

Выделяются следующие виды записей при работе с литературой:

Конспект - краткая схематическая запись основного содержания. Целью является не переписывание источника литературы, а выявление системы доказательств, основных выводов. Конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью.

Цитата - точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника.

Тезисы - концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация - очень краткое изложение содержания прочитанной работы.

Резюме - наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

Записи в той или иной форме не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

## **6. Учебная литература для обучающихся по дисциплине**

### **6.1. Основная литература**

1. Алаудинова, Е. В. Методологические основы исследований в биотехнологии: учебное пособие / Е. В. Алаудинова, П. В. Миронов. — Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2018. — 98 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94888.html>.
2. Галынкин, В. А. Основы фармацевтической микробиологии: учебное пособие / В. А. Галынкин. — Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2017. — 304 с. — ISBN 978-5-903090-14-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79981.html>.

### **6.2 Дополнительная литература**

1. Бахарев, В. В. Промышленная микробиология: лабораторный практикум / В. В. Бахарев. — С-пб: Самарский государственный технический университет, 2022. — 88 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт].
2. Методы обработки экспериментальных данных: учебное пособие / С. А. Гордин, А. А. Соснин, И. В. Зайченко, В. Д. Бердоносов ; под редакцией С. А. Гордина. — Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. — 75 с. — ISBN 978-5-7765-1501-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт].
3. Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика): учебное пособие / Г. П. Шуваева, Т. В. Свиридова, О. С. Корнеева [и др.]. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 316 с. — ISBN 978-5-00032-239-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт].
4. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология: учебно-методическое пособие / Т. Р. Якупов, Ф. Ф. Зиннатов. — Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2020. — 104 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт].
5. Фармацевтическая биотехнология: руководство к практическим занятиям Орехов, С. Н. под ред. В. А. Быкова, А. В. Катлинского. М.:ГЭОТАРМедиа, 2013. — 381 с.

## **7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата, включает в себя лабораторию, оснащенную лабораторным оборудованием. Её устройство и оснащение обеспечивает соблюдение правил и норм техники безопасности при работе с ми-

роорганизмами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Необходимое оснащение: столы (эргономичные комбинированные), столы компьютерные, столы для опытов (экспериментов), стол лабораторный с навесной полкой, столы рабочие, шкафы для посуды, для питательных сред, для реактивов, доска аудиторная 3-х створчатая.

Необходимая аппаратура, приборы, инструменты, посуда: бокс ламинарный БАВп-01"Ламинар-С, микроскопы Биомед С-2, термостаты ТЛ-4 № 2 (0+55), холодильники "Бирюса-6, стерилизатор паровой ВК-30-01, шкаф сухожаровой FD53, облучатели ОБНе-450, дистилляторы Д-25, весы лабораторные ВМ-153, водяные бани, электроплиты, центрифуги, денситометр "Денси-Ла-Метр", РН-метр РН 150 МИ, прибор лабораторный аспиратор ПУ-1Б, прибор вакуумного фильтрования ПВФ-47/3Б, термобаня лабораторная ТЖ ТБ 1/12, лабораторная посуда (пробирки, пипетки градуированные, чашки Петри, предметные и покровные стекла), наборы красителей и реактивов, питательные среды, иммерсионное масло, бактериальные петли, шпатели, груши, пинцеты, спиртовки, штативы, лотки, механический дозатор Proline 1-канальный 100-1000 мкл,

Для проведения ряда занятий используется мультимедийный комплекс (ноутбук HP, Ноутбук AcerExtensa 7630, проектор Acer P5280, проектор Acer P7270i, монитор 17" ViewSonic, доска интерактивная ScreenMedia IPBoard JL-9000-101), экран настенный проекционный.

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.36 Экспериментальные микробиологические методы исследования в фармацевтической биотехнологии

**Код и наименование направления подготовки, профиля:** 19.03.01 Биотехнология, Фармацевтическая биотехнология.

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр.

**Форма обучения:** очная.

**Формируемые компетенции:**

ОПК-7 Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.

ОПК-7.1 Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, используя биологические и микробиологические методы; обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные, в том числе с использованием методов математической статистики.

**Объем и место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина Б1.О.36 Микробиология относится к вариативной части ОПОП, в соответствии с учебным планом изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины – 72 ч/2 з.е.

Количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем – 36, из них: занятий лекционного типа – 14 ч, семинарского типа (лабораторные) – 22 ч.

Количество академических часов, выделенных на самостоятельную работу обучающихся – 36 ч.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

**План дисциплины:**

**Тема 1.** Введение в дисциплину. **Тема 2.** Современные профессиональные микробиологические базы данных, информационные системы и программное обеспечение для поиска и обработки информации в области фармацевтической биотехнологии. **Тема 3.** Методология и методы получения продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов. Методы изучения противомикробной активности БАВ. **Тема 4.** Методы культивирования и оптимизация условий культивирования продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов. **Тема 5.** Современные методы идентификации микроорганизмов – продуцентов фармацевтических биотехнологических продуктов. **Тема 6.** Методы количественного подсчета микроорганизмов при проведении экспериментальных исследований и статистическая обработка результатов.

**Формы текущего контроля и промежуточной аттестации:** Оценочное средство для проведения текущей аттестации – реферат с элементами УИР и творческими заданиями. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.