

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                      |                        |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|
| <div>Документ подписан простой электронной подписью</div> <div>Информация о владельце:</div> <div>ФИО: Таскаев Сергей Вадимович</div> <div>Должность: Ректор</div> <div>Дата подписания: 01.09.2026 10:52:40</div> <div>Уникальный программный ключ:</div> <div>04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323</div> | <div></div> <div>МИНОБРНАУКИ России</div> <div>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования</div> <div>Челябинский государственный университет (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)</div> <div>Факультет биологический</div> | <div>Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Промышленная микробиология и биотехнология»</div> <div>по направлению подготовки 06.03.01 Биология направленности (профилю) Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».</div> |                        |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Версия документа - 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | стр. 1 из 14                                                                                                                                                                                                                         | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
**Промышленная микробиология и биотехнология**

Направление подготовки (специальность)  
**06.03.01 Биология**

Присваиваемая квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Год набора: 2026

Челябинск, 2026



МИНОБРНАУКИ России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет биологический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Промышленная микробиология и биотехнология»  
по направлению подготовки 06.03.01 Биология направленности (профилю) Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 2 из 14

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

### **06.03.01 Биология, направленность Биология**

### **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Промышленная микробиология и биотехнология», 2026 год набора, очная форма обучения**

Утвержден:

Проректор по учебной работе утверждено 03.03.2026

А.А. Саламатов

Согласован:

Ученым советом факультета биологического

Протокол заседания от «27» февраля 2026г. №8

Председатель Ученого совета

факультета биологического согласовано

Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры микробиологии,

иммунологии и общей биологии

Протокол заседания от «27» февраля 2026г. № 9

Заведующий кафедрой

согласовано

А.Л. Бурмистрова

Автор (составитель),

доцент каф. микробиологии, иммунологии

и общей биологии, канд. мед. наук, доцент

Н.Э. Хайдаршина

Структура фонда оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27.09.2022 г. № 573-1 «Об утверждении шаблонов документов».



МИНОБРНАУКИ России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет биологический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Промышленная микробиология и биотехнология»  
по направлению подготовки 06.03.01 Биология направленности (профилю) Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 3 из 14

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
  - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
  - 3.1. Виды оценочных средств
  - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
  - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
  - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
  - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.



МИНОБРНАУКИ России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Факультет биологический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Промышленная микробиология и биотехнология» по направлению подготовки 06.03.01 Биология направленности (профилю) Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 4 из 14

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 06.03.01 Биология.

Направленность (профиль): Биология.

Дисциплина: Промышленная микробиология и биотехнология.

Семестр изучения: 6.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1. Компетенции, закрепленные за дисциплиной

| Коды компетенции | Содержание компетенций согласно ФГОС                                                                                                                                                                                                                                                        | Коды и содержание индикаторов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1             | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                                                                                                                                              | УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач.<br>УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Знать: Для достижения УК-1.1 знать: основные виды источников знаний по дисциплине.<br>Уметь: Для достижения УК-1.2 уметь: пользоваться разными видами систем поиска данных<br>Владеть: Для достижения УК-1.2 владеть: методами поиска и усвоения знаний                                                                                                                                                                                 |
| УК-8             | Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов. | УК-8.2. Обеспечивает создание и поддержание безопасных условий жизнедеятельности, оказания первой помощи в повседневной жизни и в профессиональной деятельности, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.<br>УК-8.3. Применяет способы и технологии создания и поддержания безопасных условий жизнедеятельности, в повседневной жизни и в профессиональной деятельности, алгоритм оказания первой помощи, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов. | Знать: Для достижения УК-8.2 знать: методы защиты и порядок действий в условиях аварийной ситуации; биохимические циклы превращения веществ у микроорганизмов; физиологические аспекты роста и развития микроорганизмов<br>Уметь: Для достижения УК-8.3. уметь: оказывать первую помощь в условиях аварийных ситуаций.<br>Владеть: Для достижения УК-8.3 владеть: методами оказания первой помощи при возникновении аварийных ситуаций. |



МИНОБРНАУКИ России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Факультет биологический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Промышленная микробиология и биотехнология» по направлению подготовки 06.03.01 Биология направленности (профилю) Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 5 из 14

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

|      |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 | Способен применять знания и методы различных отраслей биологической науки для решения профессиональных задач при изучении биологических систем разного уровня организации. | ПК-2.1. обладает знаниями о фундаментальных основах биологических наук для решения профессиональных задач.<br>ПК-2.2. применяет базовые знания об основах функционирования и жизнедеятельности и методах изучения биологических систем различного уровня организации в научно-исследовательской деятельности.<br>ПК-2.3. применяет современные экспериментальные методы для решения профессиональных задач при изучении биологических систем разного уровня организации. | Знать: Для достижения ПК-2.1 знать: принципы клеточной организации, мембранных процессов и молекулярных механизмов биологических объектов.<br>Уметь: Для достижения ПК-2.3 уметь: выделять и культивировать выделенные из пищевых продуктов микроорганизмы.<br>Владеть: Для достижения ПК-2.3 владеть: методами селекционной работы и генетического конструирования микроорганизмов. |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1. Виды оценочных средств

| № п/п | Код компетенции, планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Контролируемые темы, разделы                                                             | Наименование оценочного средства                                                                                                                                               |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | УК-1<br>Для достижения УК-1.1 знать: основные виды источников знаний по дисциплине.<br>Для достижения УК-1.2 уметь: пользоваться разными видами систем поиска данных.<br>Для достижения УК-1.2 владеть: методами поиска усвоения знаний.                                                                                                                                                                                 | Биохимические и физиологические свойства микроорганизмов.                                | – Задание закрытого типа (на установление последовательности; соответствия, тест).<br>– Задание открытого типа (краткий ответ, решение ситуационных задач, развернутый ответ). |
| 2     | УК-8<br>Для достижения УК-8.2 знать: методы защиты и порядок действий в условиях аварийной ситуации; биохимические циклы превращения веществ у микроорганизмов; физиологические аспекты роста и развития микроорганизмов.<br>Для достижения УК-8.3 уметь: оказывать первую помощь в условиях аварийных ситуаций.<br>Для достижения УК-8.3 владеть: методами оказания первой помощи при возникновении аварийных ситуаций. | Получение разнообразных метаболитов микробных клеток в ходе микробиологического синтеза. | – Задание закрытого типа (на установление последовательности; соответствия, тест).<br>– Задание открытого типа (краткий ответ, решение ситуационных задач, развернутый ответ). |
| 3     | ПК-2<br>Для достижения ПК-2.1 знать: принципы клеточной организации, мембранных процессов и молекулярных механизмов биологических объектов.<br>Для достижения ПК-2.3 уметь: выделять и культивировать выделенные из пищевых продуктов микроорганизмы.<br>Для достижения ПК-2.3 владеть: методами селекционной работы и генетического конструирования микроорганизмов.                                                    | Методы накопления микробной массы для ее использования в различных целях                 | – Задание закрытого типа (на установление последовательности; соответствия, тест).<br>– Задание открытого типа (краткий ответ, решение ситуационных задач, развернутый ответ). |



### 3.2. Содержание оценочных средств закрытого типа

#### 3.2.1. На установление последовательности

Прочитайте задание и установите последовательность действий.

Задание 1. Расположите операции по подготовке реактора к работе в хронологическом порядке:

1. Стерилизация оборудования (острым паром).
2. Механическая мойка и ополаскивание дезинфицирующими растворами.
3. Проверка датчиков (рН, рО<sub>2</sub>, температура) на исправность и калибровка.
4. Загрузка питательной среды.
5. Проверка системы на герметичность.

Ответ: 2, 3, 5, 4, 1.

Задание 2. Установите последовательность стадий «downstream processing» при получении фермента из культуральной жидкости:

1. Лиофильная сушка или распылительная сушка готового продукта.
2. Отделение биомассы продуцента (центрифугирование или фильтрация).
3. Осаждение белков (например, сульфатом аммония) или ультрафильтрация.
4. Очистка методом хроматографии.
5. Обесцвечивание и удаление примесей.

Ответ: 2, 3, 5, 4, 1.

Задание 3. Расставьте фазы роста популяции микроорганизмов в порядке их наступления:

1. Фаза стационарного роста.
2. Логарифмическая (экспоненциальная) фаза.
3. Фаза отмирания.
4. Лаг-фаза (фаза задержки роста).
5. Фаза замедления роста.

Ответ: 4, 2, 5, 1, 3.

Задание 4. Расположите этапы масштабирования культуры от лаборатории до промышленного аппарата:

1. Культивирование в малом (пилотном) ферментере.
2. Перенос культуры на скошенную агаризованную среду (косяк).
3. Выращивание в качалочных колбах (жидкая среда).
4. Восстановление культуры из лиофилизированного состояния или криопробирки.
5. Инокуляция в основной промышленный ферментер.

Ответ: 4, 2, 3, 1, 5.

Задание 5. Установите последовательность технологических операций:

1. Сепарирование дрожжевой суспензии (концентрирование).
2. Выращивание дрожжей в аппаратах чистого и технического циклов.
3. Формовка, упаковка и охлаждение брикетов.
4. Подготовка мелассного сусла (разбавление, стерилизация, внесение солей).
5. Фильтрация на вакуум-фильтре для получения прессованных дрожжей.

Ответ: 4, 2, 1, 5, 3.

#### 3.2.2. На установление соответствия

Прочитайте задание и установите соответствие.

Задание 6. Установите соответствие между целевым продуктом и основным микроорганизмом-продуцентом.

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| 1. Лимонная кислота | А) <i>Corynebacterium glutamicum</i> |
| 2. Этиловый спирт   | Б) <i>Aspergillus niger</i>          |



|                            |                                            |
|----------------------------|--------------------------------------------|
| 3. Глутаминовая кислота    | В) <i>Saccharomyces cerevisiae</i>         |
| 4. Витамин В12             | Г) <i>Propionibacterium freudenreichii</i> |
| Ответ: 1-Б, 2-В, 3-А, 4-Г. |                                            |

Задание 7. Соотнесите название фазы роста микроорганизмов с происходящими в ней процессами.

|                            |                                                                |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Лаг-фаза                | А) Скорость роста популяции максимальна и постоянна.           |
| 2. Экспоненциальная фаза   | Б) Адаптация клеток к новой среде, деление почти отсутствует.  |
| 3. Стационарная фаза       | В) Массовое отмирание клеток из-за нехватки питания.           |
| 4. Фаза гибели             | Г) Скорость прироста биомассы равна скорости отмирания клеток. |
| Ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В. |                                                                |

Задание 8. Подберите подходящий метод стерилизации для различных объектов производства.

|                                        |                               |
|----------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Питательная среда (термостабильная) | А) Фильтрация через мембраны  |
| 2. Воздух, подаваемый в ферментер      | Б) Стерилизация текучим паром |
| 3. Раствор витаминов (термолабильный)  | В) Автоклавирование (121°C)   |
| 4. Стеклоянная лабораторная посуда     | Г) Сухой жар (печь)           |
| Ответ: 1-В, 2-А, 3-А, 4-Г.             |                               |

Задание 9. Соотнесите тип процесса с его ключевой конструктивной особенностью или условием.

|                                |                                                 |
|--------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1. Аэробная ферментация        | А) Отсутствие принудительной аэрации.           |
| 2. Анаэробная ферментация      | Б) Постоянный проток среды и отвод продукта.    |
| 3. Твердофазная ферментация    | В) Интенсивное барботирование и перемешивание.  |
| 4. Непрерывное культивирование | Г) Рост на влажных сыпучих субстратах (отруби). |
| Ответ: 1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б.     |                                                 |

Задание 10. Установите соответствие между используемым сырьем и основным компонентом, который из него извлекают микроорганизмы.

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| 1. Меласса              | А) Источник азота и витаминов   |
| 2. Кукурузный экстракт  | Б) Сахароза (источник углерода) |
| 3. Гидролизат древесины | В) Парафины                     |





|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| 4. н-алканы нефти          | Г) Глюкоза и ксилоза |
| Ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В. |                      |

### 3.2.3. Тест

Прочитайте задание, выделите правильные ответы.

Задание 11. К факторам, влияющим на сбалансированный рост бактерий, относят:

- А. давление кислорода
- Б. содержание неорганических ионов
- В. парциальное давление двуокиси углерода
- Г. природа имеющихся в резерве органических соединений

Задание 12. Основными структурными элементами клеточной стенки грамотрицательных бактерий являются:

- А. тейхоевые кислоты
- Б. липополисахариды
- В. пептидогликан;
- Г. белки
- Д. липиды

Задание 13. Основными структурными элементами клеточной стенки грамположительных бактерий являются:

- А. тейхоевые кислоты
- Б. липополисахариды;
- В. белки
- Г. липиды
- Д. пептидогликан.

Задание 14. Для клеточной стенки грамотрицательных бактерий характерно:

- А. наличие одно-, двухслойного муреинового мешка
- Б. наличие тейхоевых кислот
- В. наличие мезодиаминопимелиновой кислоты; г) наличие многослойного муреинового мешка

Задание 15. Обязательными внешними структурами бактериальной клетки являются:

- А. жгутики
- Б. капсула
- В. клеточная стенка
- Г. пили
- Д. цитоплазматическая мембрана

Ключи к тестовым заданиям

11 – А. 12 – Б. 13 – А. 14 – В. 15 – В, Д.

### 3.3. Содержание оценочных средств открытого типа

#### 3.3.1. Краткий ответ (вставить термин)

Прочитайте задание, вставьте верный термин.

Задание 16. Процесс культивирования микроорганизмов в жидкой питательной среде, при котором клетки равномерно распределены по всему объему биореактора, называется \_\_\_\_\_.  
(Ответ: глубинное культивирование)

Задание 17. Специфические вещества, которые не являются необходимыми для роста и размножения клетки, но синтезируются ею на стадии идиофазы (например, антибиотики или алкалоиды), называются \_\_\_\_\_. (Ответ: вторичные метаболиты)



Задание 18. Аппарат, предназначенный для выращивания микроорганизмов в контролируемых условиях (температура, pH, уровень аэрации), в промышленном производстве называют \_\_\_\_\_. (Ответ: ферментер (или биореактор))

Задание 19. Метод сохранения промышленно значимых штаммов, основанный на высушивании микробных клеток из замороженного состояния под вакуумом, называется \_\_\_\_\_. (Ответ: лиофилизация)

Задание 20. Вещества, которые добавляют в питательную среду для направленного синтеза определенного продукта (например, фенилуксусная кислота при производстве пенициллина), называются \_\_\_\_\_. (Ответ: предшественники (или прекурсоры))

### 3.3.2. Ситуационная задача

Задание 21. Условия. При производстве кормового белка на стадии активного роста культуры в ферментере объемом 100 м<sup>3</sup> зафиксировано резкое падение уровня растворенного кислорода и изменение pH в кислую сторону. Микроскопия пробы показала наличие посторонних грамположительных палочек, хотя продуцент — дрожжи.

Вопросы. Определите возможную причину контаминации. Какие экстренные меры должен предпринять технолог и как предотвратить это в будущем?

Ответ. Инвазия молочнокислых бактерий (например, родов *Lactobacillus* или *Bacillus*). Экстренные меры: остановка процесса, стерилизация содержимого, утилизация брака, санация линии.

Задание 22. Условия. Завод переходит на использование нового, более дешевого источника углерода (кукурузный экстракт вместо чистого сахара) для получения антибиотика. Однако выход целевого продукта снизился на 15%, а пенообразование в аппарате усилилось.

Вопросы. Объясните связь между составом среды и снижением выхода продукта. Предложите способы корректировки режима культивирования (подпитка, пеногасители).

Ответ.

Несбалансированный состав: чистый сахар — это легкоусвояемый углерод; кукурузный экстракт содержит сложную смесь аминокислот, витаминов и минералов. Избыток азота может переключить метаболизм гриба с производства антибиотика на активный рост биомассы (вторичный метаболизм подавляется первичным).

Наличие примесей: в экстракте могут быть органические кислоты или ионы металлов, которые ингибируют ферменты, отвечающие за синтез антибиотика. Изменение pH: Метаболизм компонентов экстракта часто вызывает резкие сдвиги кислотности среды, что выводит систему из оптимума для синтеза продукта.

Кукурузный экстракт богат белками, которые являются природными поверхностно-активными веществами (ПАВ). При перемешивании и аэрации белки стабилизируют пузырьки воздуха, создавая плотную «шапку» пены. Коррекция: дробная подпитка, использование пеногасителей, коррекция углерода/азота.

Задание 23. Условия. На заводе по производству молочной кислоты внезапно остановился процесс ферментации в нескольких аппаратах одновременно. Титр бактерий-продуцентов резко упал, при этом при посеве на чашки Петри наблюдаются зоны просветления (стерильные пятна).

Вопросы. Диагностируйте проблему. Опишите механизм её возникновения и предложите схему «оздоровления» производства.

Ответ. Бактериофагия. Механизм: адсорбция фага, инъекция, репликация в клетках-продуцентах, лизис. Схема оздоровления: полная дезинфекция, смена штамма, ротация культур, контроль стерильности, оптимизация среды (исключение ионов кальция, которые помогают в адсорбции фагам).

Задание 24. Условия. При выращивании аэробных бактерий-продуцентов аминокислот произошел сбой в системе подачи воздуха на 40 минут. После восстановления подачи рост культуры



замедлился, а в среде начали накапливаться побочные продукты (органические кислоты).

Опишите метаболические изменения, произошедшие в клетках. Является ли процесс необратимым и как это повлияет на финальную очистку продукта?

Ответ. При прекращении подачи воздуха аэробные бактерии перешли из режима дыхания в режим брожения. Вот подробный разбор ситуации: в отсутствие кислорода (финального акцептора электронов) цепь переноса электронов остановилась. Чтобы регенерировать  $NAD^+$  для продолжения гликолиза, клетки начали сбрасывать электроны на промежуточные продукты метаболизма смена путей: Пируват перестал превращаться в Ацетил-КоА для цикла Кребса. Вместо этого он начал восстанавливаться до молочной кислоты или превращаться в другие органические кислоты (уксусную, муравьиную). Энергетический дефицит: Выход АТФ резко упал (с ~38 до 2 молекул на глюкозу). Это вызвало стрессовый ответ: синтез аминокислот — энергозатратный процесс — был заблокирован в пользу выживания. Процесс **обратим**, но требует времени (лаг-фаза восстановления).

Задание 25. Условия. Из природного источника выделено 5 штаммов-продуцентов фермента протеазы. В лабораторных условиях они показывают высокую активность, но при масштабировании в ферментере объемом 10 литров их продуктивность падает из-за высокой чувствительности к механическому перемешиванию.

Вопросы. По каким критериям, помимо активности, следует проводить отбор штаммов для промышленного внедрения? Предложите параметры для оценки «технологичности» микроорганизма.

Ответ. Стрессоустойчивость к сдвиговым нагрузкам: способность клеток сохранять целостность и метаболическую активность при интенсивном перемешивании (важно для нитевидных грибов и актиномицетов). Осмотолерантность: устойчивость к перепадам концентрации солей и субстрата. Термотолерантность: способность расти и синтезировать целевой продукт при повышенных температурах (это снижает затраты на охлаждение ферментера). 2. Скорость роста и продуктивность: Высокая удельная скорость роста сокращает время цикла ферментации. Эффективность использования субстрата: Высокий выход продукта на единицу затраченного сырья. Стабильность продукции: Сохранение высокого уровня синтеза фермента в течение многих поколений (отсутствие дегенерации штамма). Технологичность процесса: пенообразование: Минимальное выделение белков-пенообразователей и метаболитов, вызывающих вспенивание, что позволяет использовать меньший объем пеногасителей; вязкость культуральной жидкости: Штаммы, не создающие избыточную вязкость, легче перемешивать и насыщать кислородом; Потребность в кислороде: Предпочтительны штаммы с умеренным потреблением, чтобы не ограничивать процесс мощностью аэрации. Легкость отделения биомассы (Downstream processing): Склонность к флокуляции или крупный размер клеток упрощают фильтрацию и центрифугирование после ферментации.

### 3.2.6. Развернутый ответ на вопрос

26. Задачи технической микробиологии. Промышленные штаммы, сверхпродуценты. План ответа: задачи технической микробиологии, перечислить промышленные штаммы, понятие «сверхпродуценты», привести примеры.

27. Основы микробиологического производства: сырье, среды, ферментаторы, этапы производства. План ответа: сырье, среды, ферментаторы, перечислить этапы производства. План ответа. Объекты микробного синтеза и их подготовка. Сырьевая база и приготовление питательных сред. Ферментация — ключевой этап процесса. Выделение и очистка продуктов. Контроль качества и экологические аспекты.

28. Технологические приемы регуляции микробных синтезов. План ответа: Перечислить



технологические приемы регуляции микробных синтезов.

29. Промышленные штаммы микроорганизмов. Использование генетической инженерии для получения практически полезных штаммов. План ответа. Общая характеристика промышленных штаммов. Традиционные методы улучшения штаммов. Генетическая инженерия в создании суперпродуцентов. Практическое применение генно-инженерных штаммов. Проблемы безопасности и этические аспекты.
30. Ферментная промышленность. План ответа. Особенности ферментов микроорганизмов. Внутри- и внеклеточные ферменты. Влияние условий культивирования на ферментогенез (влажность температура, pH, продолжительность роста, обеспеченность основными элементами).
31. Применение ферментов микроорганизмов в пищевой и текстильной промышленности, в сельском хозяйстве. План ответа. Ферменты в пищевой промышленности (сыроделие, безлактозные продукты, улучшение качества теста, замедление черствения, осветление пива и др.). Ферменты в текстильной промышленности (биотварка, биополировка тканей, энзимная «стирка», экологические преимущества замены агрессивной химии на энзимы). Применение в сельском хозяйстве (кормовые добавки, переработка сельхозотходов, препараты для улучшения состава почв).
32. Аминокислоты, липиды, полисахариды, декстраны: получение путем микробиологического синтеза. План ответа: описать этапы получения продуктов путем микробиологического синтеза; описать этапы получения декстранов, привести примеры применения декстранов в пищевой промышленности и медицине.
33. Получение уксуса, ацетона. План ответа: особенности продуцентов возбудителей. описать процесс получения уксуса; двухфазность процессов ацетобутилового брожения
34. Получение лимонной и изолимонной кислот, практическое использование. Характеристика процессов и продуцентов. План ответа: описать процесс получения и практическое применение лимонной кислоты, описать процесс получения и практическое применение изолимонной кислоты, охарактеризовать процессы и возбудителей.
35. Ферменты: классификация, основы микробиологического синтеза. План ответа: классификация ферментов, процесс производства ферментов и их практическое применение.
36. Витамины. Практическое применение. Технологическая схема производства, возбудители. План ответа: технологическая схема производства витаминов, возбудители, применение витаминов.
37. Антибиотики. План ответа: основные этапы производства антибиотиков, особенности продуцентов, этапов; очистки продукта. Промышленное получение антибиотиков.
38. Микробная биомасса, основы производства. План ответа: охарактеризовать производства, основанные на получении микробной биомассы, описать получение белка.
39. Вакцины и препараты, нормализующих микрофлору человека. План ответа: Описать производство вакцин, нормализующих микрофлору человека, описать производство препаратов, нормализующих микрофлору человека.
40. Получение азотфиксирующих бактериальных препаратов, препараты микроорганизмов против животных – вредителей растений. План ответа: описать получение азотфиксирующих бактериальных препаратов; охарактеризовать препараты микроорганизмов против животных – вредителей растений.



## 4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет.

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. К сдаче зачета допускаются студенты, которые имеют не менее 80% посещенных занятий, выполнившие рефераты по заданным темам, имеющие положительные оценки за устные ответы на занятиях и в контрольных тестах. Студент имеет право погасить свою задолженность во время текущих консультаций.

Зачет состоит из 2х частей.

1 часть. Студент решает 7 заданий закрытого типа. Продолжительность этапа – до 15 минут. За каждый правильный ответ получает 5 баллов, максимум 35 баллов.

2 часть. Студент решает задания открытого типа. Продолжительность этапа – до 30 минут. 3 задания с кратким ответом, за каждый правильный ответ получает 5 баллов, максимум 15 баллов. 1 ситуационную задачу, максимум 25 балла; 1 вопрос с развернутым ответом, максимум 25 балла.

Всего заданий 12, максимальный балл за все правильные ответы – 100. По количеству набранных баллов выставляется следующая оценка:

- 0-59 баллов – не зачтено. «Зачтено» - студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально- личностную позицию. Ответ носит самостоятельный характер. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы, написания тестовых заданий и за щита докладов.
- 60-100 баллов – зачтено. «Не зачтено» - студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает о шибки в определении понятий, формулировке теоретических положений; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы и написания тестовых заданий.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения у инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины.

### 4.2. Критерии оценивания зачета

| № задания                   | Верный ответ                                                                                                                    | Критерии                                                                                                        |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Задания закрытого типа      |                                                                                                                                 |                                                                                                                 |
| 1-5<br>(последовательности) | 1: 2, 3, 5, 4, 1.<br>2: 2, 3, 5, 4, 1.<br>3: 4, 2, 5, 1, 3.<br>4: 4, 2, 3, 1, 5.<br>5: 4, 2, 1, 5, 3.                           | – Полная правильная последовательность – 5 балла (за каждый правильный ответ).<br>– Остальные случаи – 0 балла. |
| 6-10<br>(соответствия)      | 6: 1-Б, 2-В, 3-А, 4-Г.<br>7: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В.<br>8: 1-В, 2-А, 3-А, 4-Г.<br>9: 1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б.<br>10: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В. | – Полная правильная последовательность – 5 балла (за каждый правильный ответ).<br>– Остальные случаи – 0 балла. |



|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                         |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11-15 (тест)             | 11 – А.<br>12 – Б.<br>13 – А.<br>14 – В.<br>15 – В, Д.                                                                                                                                                                                                                                                                  | – Полная правильная последовательность – 5 балла (за каждый правильный ответ).<br>– Остальные случаи – 0 балла.         |
| Задания открытого типа   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                         |
| 16-20<br>(краткий ответ) | 16: глубинное культивирование<br>17: вторичные метаболиты<br>18: ферментер (или биореактор).<br>19: лиофилизация<br>20: предшественники (или прекурсоры)                                                                                                                                                                | – Полное совпадение с верным ответом – 5 балла.<br>– Остальные случаи – 0 балла.                                        |
| 21-25<br>(задача)        | 21: Инвазия молочнокислых бактерий (например, родов <i>Lactobacillus</i> или <i>Bacillus</i> ).<br>22: Избыток азота переключает продуцента на активный рост, а не на продукцию.<br>23: Бактериофагия.<br>24: Переход в аэробный режим дыхания. Процесс обратим.<br>25: Стрессоустойчивость, осмото-, термолерантность. | – Полное совпадение с верным ответом – 25 балла.<br>– Частичное совпадение – 15 балла.<br>– Остальные случаи – 0 балла. |
| 26-40<br>(вопросы)       | 26-40: в соответствии с планом ответа.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | – Ответ соответствует плану - 25 балла.<br>– Частичное совпадение – 15 балла.<br>– Остальные случаи – 0 балла.          |

#### 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяется по следующим категориям.

**Продвинутый уровень:** предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности. Формируются системные знания об микробных продуцентах, их значении в биотехнологии, принципы выделения суперпродуцентов разнообразных соединений, решение сложных задач, знание контроля качества лабораторных исследований, нормативной документации.

**Базовый уровень:** предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: знания основ микробиологического производства, технологических приемов регуляции микробного синтеза; знание микробной трансформации органических соединений и подходов к производству разнообразных продуктов; владение методами выделения и культивирования микробных продуцентов.

**Пороговый уровень:** предполагает формирование компетенций на начальном уровне: знание содержания понятий, разнообразие микроорганизмов в природе, отличительные особенности микроорганизмов-продуцентов разнообразных соединений, владение навыками посева и культивирования микроорганизмов с заданными свойствам; знание основ микробиологического производства.