

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 16.06.2026 11:28:17 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a878808522523	МИНОВЕР НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Рабочая программа дисциплины "Клеточные биотехнологии" по направлению подготовки (специальности) 06.04.01 "Биология" направленности (профилю) Биотехнология ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	---	--------

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Клеточные биотехнологии

Направление подготовки (специальность)

06.04.01 Биология

Направленность (профиль)

Биотехнология

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи освоения дисциплины – формирование представлений о современном состоянии и перспективах развития клеточных биотехнологий, углубление теоретических знаний и приобретение практических навыков по некоторым разделам микро-, фито-, зообиотехнологии и тканевой инженерии.

Задачи дисциплины:

1. Сформировать базовые представления об основных объектах биотехнологических производств, способах их культивирования, методологии и аппаратах для культивирования клеток, а также перспективах применения клеточных биотехнологий.
2. Освоить практические умения и навыки по способам культивирования бактериальных, растительных и животных клеток в системе *in vitro*, а также методам определения некоторых биотехнологически значимых веществ этих клеток.
3. Развить навыки оценки соответствия биотехнологического производства правилам GMP и требованиям экологической безопасности.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-2.1

Применяет методы бактериологического, молекулярно-генетического, биотехнологического исследования;

ПК-2.3

Использует профессиональные умения и навыки работы в бактериологической, клинко-диагностической, биотехнологической лаборатории и других учреждениях биологического профиля

ПК-3.1

Использует базовые представления о применении клеток микроорганизмов, растений и животных в современной биотехнологии;

ПК-3.2

Использует методологию проведения лабораторных исследований и особенности конструкции и работы аппаратов для культивирования клеток.

ПК-3.3

Разрабатывает и применяет биологические технологии в промышленности и научно-исследовательской деятельности в соответствии с правилами GMP и требованиями экологической безопасности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.02

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Данная дисциплина является обязательной для формирования профессиональных компетенций биолога, обучающегося по направленности (магистерской программе – «Прикладные и фундаментальные вопросы биотехнологии»), имеет предшествующие связи с дисциплиной «Введение в биотехнологию» (бакалавриат).

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Освоение дисциплины «Клеточные биотехнологии» является необходимой основой для последующего изучения дисциплины: «Способы выделения и очистки продуктов биотехнологических производств» и для прохождения научно-исследовательской работы, практики по получению первичных профессиональных умений и навыков и производственной практики.

Способы выделения и очистки целевых продуктов биотехнологических производств

Научно-исследовательская работа

Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2: Способен применять методы культивирования, идентификации, геномики и протеомики микроорганизмов и использовать их в решении проблем в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры



Знать:

Для достижения ПК-2.1 знать: базовые представления о применении клеток микроорганизмов, растений и животных в современной биотехнологии

Уметь:

Для достижения ПК-2.3 уметь: применять знания фундаментальных и прикладных разделов клеточных биотехнологий в научно-исследовательской деятельности; использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы для проведения биотехнологических исследований.

Владеть:

Для достижения ПК-2.3 владеть: навыками оценки соответствия биотехнологического производства правилам GMP и требованиям экологической безопасности; практическими навыками культивирования бактериальных, растительных и животных клеток в системе *in vitro*, а также методами определения некоторых биотехнологически значимых веществ этих клеток.

ПК-3: Способен участвовать в создании и реализации новых технологий в сфере биотехнологических разработок

Знать:

Для достижения ПК-3.1 знать: базовые представления о применении клеток микроорганизмов, растений и животных в современной биотехнологии;

Для достижения ПК-3.2 знать: методологию проведения лабораторных исследований и особенности конструкции и работы аппаратов для культивирования клеток

Уметь:

Для достижения ПК-3.3 уметь: использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы для проведения биотехнологических исследований

Владеть:

Для достижения ПК-3.3 владеть: практическими навыками культивирования бактериальных, растительных и животных клеток в системе *in vitro*, а также методами определения некоторых биотехнологически значимых веществ этих клеток

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Для достижения ПК-3.1 знать: базовые представления о применении клеток микроорганизмов, растений и животных в современной биотехнологии;
3.1.2	Для достижения ПК-3.2 знать: методологию проведения лабораторных исследований и особенности конструкции и работы аппаратов для культивирования клеток
3.2	Уметь:
3.2.1	Для достижения ПК-2.1 уметь: применять знания фундаментальных и прикладных разделов клеточных биотехнологий в научно-исследовательской деятельности; использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы для проведения биотехнологических исследований.
3.3	Владеть:
3.3.1	Для достижения ПК-3.3 владеть: практическими навыками культивирования бактериальных, растительных и животных клеток в системе <i>in vitro</i> , а также методами определения некоторых биотехнологически значимых веществ этих клеток

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 144 в том числе : аудиторные занятия : 64 самостоятельная работа : 49,5 часов на контроль : 27 контактная работа: 67,5 ИКР: 3,5	Виды контроля в семестрах: экзамены 2 зачеты 1



5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. 1. Технология ферментационных процессов			
1.1	Биореакторы. Виды процессов ферментации. /Лек/	1	2	Л1.1 Э1
1.2	Основные этапы ферментационных процессов. Стерилизация. /Лек/	1	2	Л1.1 Э1
1.3	Основные этапы ферментационных процессов. Подбор питательных сред, подготовка посевного материала. /Лек/	1	2	Л1.1 Э1
1.4	Основные этапы ферментационных процессов. Биосинтез целевого продукта. /Лек/	1	2	Л1.1 Э1
1.5	Периодическое культивирование <i>S. cerevisiae</i> в лабораторном ферментере. /Лаб/	2	6	Л1.1 Э1
1.6	Технология ферментационных процессов /Ср/	1	9,3	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 2. 2. Технологии культивирования клеток растений.			
2.1	Фитобиотехнология. /Лек/	1	2	Л1.1 Э1
2.2	Микроклональное размножение растений. /Лек/	1	2	Л1.1 Э1
2.3	Методы генной инженерии в фитобиотехнологии. /Лек/	1	2	Л1.1 Э1
2.4	Методы клеточной инженерии в фитобиотехнологии. /Лек/	1	2	Л1.1 Э1
2.5	Приготовление питательной среды Мурасиге-Скуга для культивирования изолированных клеток и тканей растений <i>in vitro</i> . /Лаб/	2	4	Л1.1 Э1
2.6	Получение каллусной ткани и ее субкультивирование. /Лаб/	2	4	Л1.1 Э1
2.7	Агробактериальная трансформация двудольных растений. /Лаб/	2	6	Л1.1 Э1
2.8	Технологии культивирования клеток растений /Ср/	1	10,5	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 3. 3. Технологии культивирования клеток животных и человека			
3.1	Зообиотехнология. /Лек/	2	4	Л1.1 Э1
3.2	Методы культивирования клеток животных и человека. /Лаб/	2	4	Л1.1 Э1
3.3	Технологии культивирования клеток животных и человека /Ср/	2	8	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 4. 4. Тканевая инженерия			
4.1	Понятие о тканевой инженерии. /Лек/	2	2	Л1.1 Э1
4.2	Оборудования для печати биологических объектов. /Лек/	2	2	Л1.1 Э1
4.3	Методы 3D печати биологических объектов. /Лек/	2	2	Л1.1 Э1
4.4	Клетки для тканевой инженерии. /Лек/	2	2	Л1.1 Э1
4.5	Скаффолды. /Лек/	2	2	Л1.1 Э1



4.6	Тканевая инженерия /Ср/	2	8	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 5. 5. Методы определения некоторых биологически значимых веществ в клетках растений и животных				
5.1	Методы оценки биологически значимых веществ. /Лек/	2	2	Л1.1 Э1
5.2	Выделение ДНК из продуктов питания и растительного сырья. /Лаб/	2	2	Л1.1 Э1
5.3	Обнаружение генетически модифицированной сои методом ПЦР в реальном времени. /Лаб/	2	2	Л1.1 Э1
5.4	Определение концентрации цитокинов в супернатантах клеточной линии. /Лаб/	2	4	Л1.1 Э1
5.5	Методы определения некоторых биологически значимых веществ в клетках растений и животных /Ср/	2	13,7	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 6. Иная контактная работа				
6.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль, курсовая работа /ИКР/	1	0,2	
6.2	Индивидуальные консультации, текущий контроль, курсовая работа /ИКР/	2	3,3	

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Доклад
Тест
Письменный поименный опрос (контрольная работа)
Отчет по лабораторным работам

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Текущий контроль

Контрольные вопросы к теме: Технология ферментационных процессов

1. Что такое первичные и вторичные метаболиты клеток живых организмов. Назовите несколько примеров первичных и вторичных метаболитов бактерий. На рисунке представлены кривые роста микроорганизмов при получении первичных (I) и вторичных (II) метаболитов в биотехнологическом производстве. Объясните различия в кривых.

2. Бактерии характеризуются значительно более высокой скоростью метаболизма по сравнению с животными клетками. Из-за высокой скорости метаболизма бактериям необходимо иметь большую площадь поверхности по отношению к объему клетки. Почему максимальная скорость метаболизма должна зависеть от соотношения между поверхностью клетки и ее объемом?

Тестовый контроль к теме Технологии культивирования клеток растений

1. Каллусная ткань

1. гетерогенна

2. гомогенна

2. Плотный, с меристематическими очагами, каллус используют преимущественно для

1. получения суспензии

2. регенерации растений

3. Суспензионные культуры характеризуются

1. высокой агрегированностью

2. образованием групп из 5-10 клеток

3. одиночными клетками

4. При физическом методе слияния протопластов действующей силой служит

1. полиэтиленгликоль



2. постоянное электрополе
 3. переменное электрополе
 5. При слиянии протопластов видоспецифичность
 1. характерна
 2. не характерна
 6. Для растительных клеток оптимальна рН среды культивирования
 1. 5.0 - 5.5
 2. 6.5 - 7.0
 3. 9.0 - 10.0
 7. Свойство тотипотентности растительной клетки лежит в основе получения
 1. биологически активных веществ
 2. растений-регенерантов
 8. Нормальные клетки растений от опухолевых морфологически
 1. отличаются
 2. не отличаются
 9. Опухолевые клетки растений в культуре
 1. гормонозависимы
 2. гормононезависимы
 10. Нормальные клетки в культуре к органогенезу
 1. способны
 2. не способны
 11. Для обеспечения генетической стабильности клонируемого материала в качестве экспланта предпочтительнее брать ткани
 1. старые
 2. молодые
 12. В качестве экспланта при микроклональном размножении лучше использовать органы, содержащие
 1. паренхиму
 2. меристему
 3. продвигющиеся пучки
 4. паренхиму с проводящими пучками
 13. К ауксинам принадлежит
 1. БАП
 2. НУК
 3. АБК
 14. Каллусная ткань образуется при соотношении цитокинины : ауксины
 1. 10 : 1
 2. 1 : 1
 3. 1 : 10
 15. При клональном микроразмножении потомство обладает генетической _____.
 16. Аморфная масса тонкостенных паренхимных клеток, не имеющая строго определенной анатомической структуры, называется _____.
 17. Фрагмент ткани или органа, помещенный на питательную среду, называется _____.
- Контрольные вопросы к теме: Технологии культивирования клеток животных и человека
1. Перечислите область применения, достоинства и недостатки применения клеток животных и человека в биотехнологии.
 2. Опишите технологию получения гибридных клеточных линий.



Контрольные вопросы к теме Методы определения некоторых биологически значимых веществ в клетках растений и животных

- 1: Рассчитайте, какое минимальное число нуклеотидных пар содержится в гене, кодирующем панкреатическую рибонуклеазу (124 аминокислоты). Что делает в организме этот фермент? Почему число нуклеотидных пар может оказаться гораздо большим, чем в вашем ответе? С чем связана такая неопределенность?
 - 2: При синдроме Фанкони (нарушение образования костной ткани) у больного с мочой выделяются аминокислоты, которым соответствуют кодоны в иРНК: АУА, ГУЦ, АУГ, УЦА, УУГ, ГУУ, АУУ. Определите, выделение каких аминокислот с мочой характерно для синдрома Фанкони, если у здорового человека в моче содержатся аминокислоты аланин, серин, глутаминовая кислота и глицин.
 - 3: Исследования показали, что в иРНК содержится 84% гуанина, 18% урацила, 28% цитозина, 20% аденина. Определите процентный состав азотистых оснований в участке ДНК, являющегося матрицей для данной иРНК.
- Задача 4: Цепь А инсулина быка в 8-м звене содержит аланин, а лошади - треонин, и 9-м анонс; соответственно серин и глицин. Что можно сказать о происхождении инсулинов?

Темы докладов к теме: Тканевая инженерия

1. Основные типы 3D принтеров, применяемых для печати биологических объектов.
2. Конструкция принтера для 3 D печати.
3. Особенности технологического процесса создания биологических объектов с помощью биопринтера.
4. Базовые принципы процесса 3 D принтинга.
5. Метод струйной печати биологических материалов: особенности, достоинства/недостатки.
6. Метод лазерной печати биологических материалов: особенности, достоинства/недостатки.
7. Метод экструзионной печати биологических материалов: особенности, достоинства/недостатки.
8. Метод фотопечати биологических материалов: особенности, достоинства/недостатки.
9. Состав и особенности внеклеточного матрикса для тканевой инженерии.
10. Основные виды искусственных носителей: коллаген, гиалуроновая кислота, альгинаты, синтетические самоорганизующиеся пептиды.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация

Итоговый тест к зачету

1. Биотехнология – это...
 - а) изучение биологической активности лекарственного растительного сырья
 - б) использование культур клеток, бактерий, животных, растений, обеспечивающих синтез специфических веществ
 - в) разработка новых лекарственных форм препаратов с помощью живых систем
 - г) изучение зависимости «структура-эффект» в действии лекарственных средств
 - д) синтез новых лекарственных препаратов и изучение их свойств
2. В биотехнологии понятию «биообъект» соответствует следующее определение:
 - а) организм, на котором испытывают новые БАВ
 - б) организмы, вызывающие микробную контаминацию технологического оборудования
 - в) фермент, используемый для генно-инженерных процессов
 - г) организм, продуцирующий БАВ
 - д) фермент, используемый в лечебных целях
3. Отличительные особенности прокариотической клетки:
 - а) малый размер
 - б) наличие ядра
 - в) наличие субклеточных органелл
 - г) многослойная клеточная стенка
 - д) хромосомная ДНК в ядре
4. Оптимальный температурный режим развития микроорганизмов-термофилов составляет:
 - а) 45-90°C
 - б) 10-47°C
 - в) 37 °C



г) от -5 до +35 °С
д) свыше 90°С

5. Термофилы служат источником ...

- а) генов, кодирующих термостабильные ферменты
- б) генов, кодирующих термолабильные ферменты
- в) материала, применяемого для биodeградации токсичных отходов
- г) материала для производства биогаза

6. Отличительные особенности эукариотической клетки:

- а) большой размер
- б) отсутствие ядра
- в) ригидная клеточная стенка
- г) отсутствие субклеточных органелл
- д) хромосомная ДНК в цитоплазме

7. *Saccharomyces cerevisiae* –

- а) прокариотический аналог *E.coli*, являющийся моделью для изучения клеток человека
- б) эукариотический аналог *E.coli*, являющийся моделью для изучения клеток человека

8. Преимущества биотехнологического производства органических продуктов перед химическими методами синтеза:

- а) синтез целевого продукта в виде сложной смеси
- б) неспецифичность
- в) незначительный выход целевого продукта
- г) возможность получения чистых изомеров
- д) использование больших количеств воды
- е) отсутствие специфичности

9. Основной аппаратный элемент биотехнологического процесса:

- а) биореактор-ферментер
- б) головной фильтр очистки технологического воздуха
- в) гомогенизатор
- г) барботер
- д) стерилизующие воздушные фильтры

10. Технологический воздух для биотехнологического производства стерилизуют:

- а) нагреванием
- б) фильтрованием
- в) облучением
- г) радиацией в малых дозах
- д) антибиотическими веществами

11. Цель стерилизации технологического воздуха:

- а) разрушение бактериальных спор
- б) стабилизация качественного и количественного состава
- в) обеспечение дыхания микроорганизмов-биообъектов

12. «Слабые» зоны при стерилизации оборудования:

- а) паровые рубашки
- б) мешалки
- в) воздушные фильтры
- г) трубы отвода отработанного технологического воздуха

13. Понятие «среда для культивирования» включает:

- а) определенный качественный и количественный состав компонентов питательной среды
- б) физико-химические и физиологические показатели питательной среды
- в) совокупность параметров, отражающих качественный и количественный состав компонентов питательной среды и ее физико-химические и физиологические свойства



14. Цель стерилизации питательных сред:

- а) разрушение бактериальных спор
- б) стабилизация качественного и количественного состава
- в) обеспечение дыхания микроорганизмов-биообъектов

15. По характеру культивирования продуцента биосинтетический процесс подразделяют на:

- а) периодический, полупериодический, непрерывный, отъемно-доливной
- б) поверхностный и глубинный

16. Преобладающим является:

- а) глубинный метод культивирования
- б) поверхностный метод культивирования

17. Поверхностная ферментация (в монослое):

- а) суспензию клеток получают обработкой измельченной ткани эмбриона трипсином; клетки в такой суспензии становятся плоскими и делятся, оседая на поверхности сосуда
- б) клетки продуцента культивируют вследствие мешалки или турбинного перемешивания и пропускания под давлением воздуха во всем объеме питательной среды

18. Непрерывный процесс ферментации:

- а) по завершении ферментационного цикла при сливе культуральной жидкости в аппарате оставляют ее примерно на 10%, с последующим внесением 90% свежей питательной среды
- б) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают небольшие порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- в) в ферментер одновременно загружают все компоненты питательной среды и посевной материал, совершается полный цикл ферментации и по завершении процесса собирают весь объем отработанной культуральной жидкости
- г) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают крупные порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды

19. Периодический процесс ферментации:

- а) в ферментер одновременно загружают все компоненты питательной среды и посевной материал, совершается полный цикл ферментации и по завершении процесса собирают весь объем отработанной культуральной жидкости
- б) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают небольшие порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- в) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают крупные порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- г) по завершении ферментационного цикла при сливе культуральной жидкости в аппарате оставляют ее примерно на 10%, с последующим внесением 90% свежей питательной среды

20. Отъемно-доливной процесс ферментации:

- а) по завершении ферментационного цикла при сливе культуральной жидкости в аппарате оставляют ее примерно на 10%, с последующим внесением 90% свежей питательной среды
- б) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают небольшие порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- в) в ферментер одновременно загружают все компоненты питательной среды и посевной материал, совершается полный цикл ферментации и по завершении процесса собирают весь объем отработанной культуральной жидкости
- г) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают крупные порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды

21. Многоциклический процесс ферментации:

- а) в ферментер одновременно загружают все компоненты питательной среды и посевной материал, совершается полный цикл ферментации и по завершении процесса собирают весь объем отработанной культуральной жидкости
- б) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают небольшие порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- в) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают крупные порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- г) по завершении ферментационного цикла при сливе культуральной жидкости в аппарате оставляют ее примерно на 10%, с последующим внесением 90% свежей питательной среды

22. Преимущества непрерывного процесса ферментации перед периодическим:

- а) отсутствие необходимости в оборудовании для сбора клеток, их разрушения



- б) несогласованность биосинтетических процессов
- в) продолжительность процесса более 500 ч
- г) невозможность поддерживать длительное время стерильные условия

23. На скорость размножения микроорганизмов-биообъектов в большей степени влияет:

- а) температура культуральной среды
- б) степень аэрации среды
- в) концентрация лимитирующего субстрата
- г) pH среды

24. Вторичные метаболиты синтезируются (в большем количестве):

- а) в лаг-фазе
- б) в фазе ускоренного роста
- в) в логарифмической фазе
- г) в фазе замедленного роста
- д) в стационарной фазе

25. Максимальной конечной плотности культуры микроорганизмов удается достичь:

- а) при периодической ферментации с добавлением субстрата
- б) при периодической ферментации
- в) при непрерывной ферментации

26. Периодическое добавление субстрата приводит:

- а) к удлинению лаг-фазы
- б) к удлинению фазы отмирания
- в) к укорочению фазы отмирания
- г) к удлинению экспоненциальной фазы

27. При получении белковых продуктов биотехнологический процесс нужно остановить до перехода:

- а) в лаг-фазу
- б) в экспоненциальную фазу
- в) фазу отмирания
- г) в стационарную фазу
- д) фазу замедления

28. Максимальное количество целевого продукта получается:

- а) при низкой конечной плотности культуры микроорганизмов-биообъектов
- б) при максимальной конечной плотности культуры микроорганизмов-биообъектов

29. Ретроингибирование конечным продуктом при биосинтезе биологически активных веществ - это:

- а) подавление последнего фермента в метаболической цепи
- б) подавление начального фермента в метаболической цепи
- в) подавление всех ферментов в метаболической цепи

Итоговый тест к экзамену

1. Использование живых систем и биологических структур для получения ценных для человека продуктов называется:

- а) физиологией
- б) термодинамикой
- в) статистикой
- г) биотехнологией
- д) синергетикой.

2. Объектами биотехнологии являются:

- а) неорганические кислоты
- б) органические кислоты
- в) почва
- г) микроорганизмы
- д) металлы.



3. К биотехнологическим процессам относится:

- а) виноделие
- б) химический синтез аминокислот
- в) сульфатное разложение целлюлозы
- г) горение торфа
- д) химическое окисление железа.

4. Основная ферментация микроорганизма-продуцента происходит в:

- а) биореакторе
- б) биоанализаторе
- в) отстойнике
- г) центрифуге
- д) ректификационной колонне.

5. Последовательность стадий биотехнологического процесса:

- а) обработка целевого продукта, обработка сырья, ферментация и биотрансформация
- б) биотрансформация, ферментация, обработка сырья и целевого продукта
- в) исходная обработка сырья, ферментация, биотрансформация, конечная обработка целевого продукта

6. Преимущества биотехнологического производства органических продуктов перед химическими методами синтеза:

- а) синтез целевого продукта в виде сложной смеси
- б) неспецифичность
- в) незначительный выход целевого продукта
- г) возможность получения чистых изомеров
- д) использование больших количеств воды
- е) отсутствие специфичности

7. Основной аппаратный элемент биотехнологического процесса:

- а) биореактор-ферментер
- б) головной фильтр очистки технологического воздуха
- в) гомогенизатор
- г) барботер
- д) стерилизующие воздушные фильтры

8. Технологический воздух для биотехнологического производства стерилизуют:

- а) нагреванием
- б) фильтрованием
- в) облучением
- г) радиацией в малых дозах
- д) антибиотическими веществами

9. Цель стерилизации технологического воздуха:

- а) разрушение бактериальных спор
- б) стабилизация качественного и количественного состава
- в) обеспечение дыхания микроорганизмов-биообъектов

10. «Слабые» зоны при стерилизации оборудования:

- а) паровые рубашки
- б) мешалки
- в) воздушные фильтры
- г) трубы отвода отработанного технологического воздуха

11. Понятие «среда для культивирования» включает:

- а) определенный качественный и количественный состав компонентов питательной среды
- б) физико-химические и физиологические показатели питательной среды
- в) совокупность параметров, отражающих качественный и количественный состав компонентов питательной среды и ее физико-химические и физиологические свойства



12. Цель стерилизации питательных сред:

- а) разрушение бактериальных спор
- б) стабилизация качественного и количественного состава
- в) обеспечение дыхания микроорганизмов-биообъектов

13. По характеру культивирования продуцента биосинтетический процесс подразделяют на:

- а) периодический, полупериодический, непрерывный, отъемно-доливной
- б) поверхностный и глубинный

14. Преобладающим является:

- а) глубинный метод культивирования
- б) поверхностный метод культивирования

15. Поверхностная ферментация (в монослое):

- а) суспензию клеток получают обработкой измельченной ткани эмбриона трипсином; клетки в такой суспензии становятся плоскими и делятся, оседая на поверхности сосуда
- б) клетки продуцента культивируют вследствие мешалки или турбинного перемешивания и пропускания под давлением воздуха во всем объеме питательной среды

16. Непрерывный процесс ферментации:

- а) по завершении ферментационного цикла при сливе культуральной жидкости в аппарате оставляют ее примерно на 10%, с последующим внесением 90% свежей питательной среды
- б) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают небольшие порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- в) в ферментер одновременно загружают все компоненты питательной среды и посевной материал, совершается полный цикл ферментации и по завершении процесса собирают весь объем отработанной культуральной жидкости
- г) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают крупные порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды

17. Периодический процесс ферментации:

- а) в ферментер одновременно загружают все компоненты питательной среды и посевной материал, совершается полный цикл ферментации и по завершении процесса собирают весь объем отработанной культуральной жидкости
- б) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают небольшие порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- в) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают крупные порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- г) по завершении ферментационного цикла при сливе культуральной жидкости в аппарате оставляют ее примерно на 10%, с последующим внесением 90% свежей питательной среды

18. Отъемно-доливной процесс ферментации:

- а) по завершении ферментационного цикла при сливе культуральной жидкости в аппарате оставляют ее примерно на 10%, с последующим внесением 90% свежей питательной среды
- б) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают небольшие порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- в) в ферментер одновременно загружают все компоненты питательной среды и посевной материал, совершается полный цикл ферментации и по завершении процесса собирают весь объем отработанной культуральной жидкости
- г) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают крупные порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды

19. Многоциклический процесс ферментации:

- а) в ферментер одновременно загружают все компоненты питательной среды и посевной материал, совершается полный цикл ферментации и по завершении процесса собирают весь объем отработанной культуральной жидкости
- б) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают небольшие порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- в) в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают крупные порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды
- г) по завершении ферментационного цикла при сливе культуральной жидкости в аппарате оставляют ее примерно на 10%, с последующим внесением 90% свежей питательной среды

20. Преимущества непрерывного процесса ферментации перед периодическим:

- а) отсутствие необходимости в оборудовании для сбора клеток, их разрушения



- б) несогласованность биосинтетических процессов
в) продолжительность процесса более 500 ч
г) невозможность поддерживать длительное время стерильные условия
21. На скорость размножения микроорганизмов-биообъектов в большей степени влияет:
а) температура культуральной среды
б) степень аэрации среды
в) концентрация лимитирующего субстрата
г) pH среды
22. Вторичные метаболиты синтезируются (в большем количестве):
а) в лаг-фазе
б) в фазе ускоренного роста
в) в логарифмической фазе
г) в фазе замедленного роста
д) в стационарной фазе
23. Максимальной конечной плотности культуры микроорганизмов удастся достичь:
а) при периодической ферментации с добавлением субстрата
б) при периодической ферментации
в) при непрерывной ферментации
24. Периодическое добавление субстрата приводит:
а) к удлинению лаг-фазы
б) к удлинению фазы отмирания
в) к укорочению фазы отмирания
г) к удлинению экспоненциальной фазы
25. При получении белковых продуктов биотехнологический процесс нужно остановить до перехода:
а) в лаг-фазу
б) в экспоненциальную фазу
в) фазу отмирания
г) в стационарную фазу
д) фазу замедления
26. Максимальное количество целевого продукта получается:
а) при низкой конечной плотности культуры микроорганизмов-биообъектов
б) при максимальной конечной плотности культуры микроорганизмов-биообъектов
27. Ретроингибирование конечным продуктом при биосинтезе биологически активных веществ - это:
а) подавление последнего фермента в метаболической цепи
б) подавление начального фермента в метаболической цепи
в) подавление всех ферментов в метаболической цепи
28. Инженерная энзимология:
а) метод, основанный на выделении и культивировании тканей и клеток высших организмов
б) изменение первичной структуры ДНК в конкретном ее участке, что, в конечном счете, приводит к изменению фенотипа биологического объекта, используемого в биотехнологических процессах
в) метод создания рекомбинантных или гибридных ДНК
г) биотехнологические процессы с использованием каталитического действия ферментов, выделенных из состава биологических систем или находящихся внутри клеток, искусственно лишенных способности расти
29. Преимущества получения видоспецифических для человека белков путем микробиологического синтеза:
а) простота оборудования
б) экономичность
в) отсутствие дефицитного сырья
г) снятие этических проблем.
30. Для производства ферментов в настоящее время используется метод промышленного культивирования микроорганизмов:



а) поверхностное культивирование

б) глубинное культивирование

31. Химический метод иммобилизации ферментов:

а) образование ковалентных связей между носителем и ферментом

б) включение фермента в микрокапсулы

в) включение фермента в полимерные гели

г) включение фермента в волокна полимера

32. Целями иммобилизации ферментов в биотехнологическом производстве являются:

а) повышение удельной активности

б) повышение стабильности

в) расширение субстратного спектра

г) многократное использование

33. Трансферазы осуществляют:

а) катализ окислительно-восстановительных реакций

б) перенос функциональных групп на молекулу воды

в) катализ реакций присоединения по двойным связям

г) катализ реакций переноса функциональных групп на субстрат

34. Термин «мультиферментный комплекс» означает:

а) комплекс ферментных белков, выделяемый из клетки путем экстракции и осаждения

б) комплекс ферментов клеточной мембраны

в) комплекс ферментов, катализирующих синтез первичного или вторичного метаболита

г) комплекс экзо- и эндопротеаз.

35. Генная инженерия – это ...:

а) метод, основанный на выделении и культивировании тканей и клеток высших организмов

б) изменение первичной структуры ДНК в конкретном ее участке, что, в конечном счете, приводит к изменению фенотипа биологического объекта, используемого в биотехнологических процессах

в) метод создания рекомбинантных или гибридных ДНК

36. Процесс изготовления генно-инженерных препаратов включает:

а) копирование гена человека, ответственного за синтез необходимого продукта

б) модификацию генетического аппарата больного для увеличения биосинтеза необходимых продуктов

в) внедрение микробной клетки с рекомбинантной ДНК в организм человека

г) культивирование и выделение микробных клеток с рекомбинантными ДНК

д) внедрение человеческого гена в плазмиду микробной клетки

37. Прибор, с помощью которого осуществляется анализ нуклеотидной последовательности в молекулах нуклеиновых кислот, называется:

1. секвенатор

2. метантенк

3. колориметр

4. циклотрон

5. биоанализатор

38. Мутации – это ...:

а) метод, основанный на выделении и культивировании тканей и клеток высших многоклеточных организмов

б) изменение первичной структуры ДНК в конкретном ее участке, что, в конечном счете, приводит к изменению фенотипа биологического объекта, используемого в биотехнологических процессах

в) метод создания рекомбинантных или гибридных ДНК

39. Мишенью для физических и химических мутагенов в клетке биообъектов являются:

а) ДНК

б) ДНК-полимераза

в) РНК-полимераза

г) рибосома

д) информационная РНК.



40. Плаزمид – это ...:

- а) определенный штамм кишечной палочки, используемый для биотехнологических целей
- б) кольцеобразная молекула ДНК - внехромосомный элемент генетической информации
- в) участок цепи РНК, несущий информацию о структуре гена
- г) вирус, размножающийся в цитоплазме микробной клетки
- д) хромосома, используемая в качестве вектора для введения ДНК в клетки бактерий

41. Способы введения клонированных генов в соматические клетки:

- а) микроинъекции
- б) с помощью химических реагентов, изменяющих проницаемость мембран
- в) с помощью липосом, «теней» эритроцитов
- г) экстракорпоральной обработкой хромосом бактериальной клетки
- д) инфекцией клетки рекомбинантными вирусами

42. Требования к векторам ДНК:

- а) отсутствие сайта рестрикции, в который осуществлена вставка
- б) большой размер
- в) видоспецифичность
- г) наличие селективных генетических маркеров для идентификации реципиентных клеток, несущих рекомбинантную ДНК

43. Вектор на основе плазмиды предпочтительнее вектора на основе фаговой ДНК благодаря:

- а) большому размеру
- б) меньшей токсичности
- в) большей частоты включения
- г) отсутствия лизиса клетки хозяина.

44. Субстратами рестриктаз, используемых генным инженером, являются:

- а) гомополисахариды
- б) гетерополисахариды
- в) нуклеиновые кислоты
- г) белки.

45. Ген маркер, необходим в генетической инженерии:

- а) для включения вектора в клетки хозяина
- б) для отбора колоний, образуемых клетками, в которые проник вектор
- в) для включения «рабочего гена» в вектор
- г) для повышения стабильности вектора.

46. Понятие «липкие концы» применительно к генетической инженерии отражает:

- а) комплементарность нуклеотидных последовательностей
- б) взаимодействие нуклеиновых кислот и гистонов
- в) реагирование друг с другом SH-групп с образованием дисульфидных связей
- г) гидрофобное взаимодействие липидов.

47. Отбор трансформированных клеток, содержащих рекомбинантную ДНК (гибридную плазмиду) проводят:

- а) тестированием на резистентность к различной температуре
- б) тестированием на резистентность к определенным антибиотикам
- в) по способности окрашиваться гематоксилином
- г) по морфологическим признакам
- д) по скорости роста и размножения

48. Причина невозможности непосредственной экспрессии гена человека в клетке прокариот:

- а) высокая концентрация нуклеаз
- б) невозможность репликации плазмид
- в) отсутствие транскрипции
- г) не возможность сплайсинга.

49. «Суицидный эффект», характерный для суперпродуцентов:



- а) подавление активности биообъекта синтезированным в избыточном количестве целевым продуктом (часто, антибиотиком)
б) подавление избытком глюкозы последнего фермента в метаболической цепи
б) значительное в связи с избытком глюкозы накопление биомассы в противовес биосинтезу целевых продуктов
в) подавление избытком глюкозы начального фермента в метаболической цепи

50. Клеточная инженерия – это ...:

- а) метод, основанный на выделении и культивировании тканей и клеток высших многоклеточных организмов
б) изменение первичной структуры ДНК в конкретном ее участке, что, в конечном счете, приводит к изменению фенотипа биологического объекта, используемого в биотехнологических процессах
в) метод создания рекомбинантных или гибридных ДНК

51. Ауксины – термин, под которым объединяются специфические стимуляторы роста:

- а) растительных тканей
б) актиномицетов
в) животных тканей
г) эубактерий.

52. Преимущество растительного сырья, получаемого при выращивании культур клеток перед сырьем, получаемым из плантационных или дикорастущих растений:

- а) большая концентрация целевого продукта
б) меньшая стоимость
в) стандартность
г) более простое извлечение целевого продукта

53. Объединение геномов клеток разных видов и родов возможно при соматической гибридизации:

- а) только в природных условиях
б) только в искусственных условиях
в) в природных и искусственных условиях

54. Для получения протопластов из клеток грибов используется:

- а) лизоцим
б) трипсин
в) «улиточный фермент»
г) пепсин

55. Прямой перенос чужеродной ДНК в протопласты возможен с помощью:

- а) микроинъекции
б) трансформации
в) упаковки в липосомы
г) культивирования протопластов на соответствующих питательных средах.

56. Высокая стабильность протопластов достигается при хранении:

- а) на холоду
б) в гипертонической среде
в) в среде с добавлением антиоксидантов
г) в анаэробных условиях.

57. Полиэтиленгликоль (ПЭГ), вносимый в суспензию протопластов:

- а) способствует их слиянию
б) предотвращает их слияние
в) повышает стабильность суспензии
г) предотвращает микробное заражение.

58. Разработанная технология получения рекомбинантного эритропоэтина основана на экспрессии гена:

- а) в клетках бактерий
б) в клетках дрожжей
в) в клетках растений
г) в культуре животных клеток.

59. Преимуществами генно-инженерного инсулина являются:



- а) высокая активность
- б) меньшая аллергенность
- в) меньшая токсичность
- г) большая стабильность.

60. Природные сыворотки:

- а) глюкоза в комбинации с аспарагиновой кислотой
- б) органо-минеральные комплексы
- в) эмбриональная сыворотка крови

61. Природные сыворотки вносят в питательные среды с целью:

- а) поддержания осмотического давления в клетке
- б) предохранения клеток от повреждения
- в) усиления энергетических процессов в клетке

62. Особенностью пептидных факторов роста тканей являются:

- а) тканевая специфичность
- б) видовая специфичность
- в) образование железами внутренней секреции
- г) образование вне желез внутренней секреции

63. Моноклональные антитела получают в производстве:

- а) при фракционировании антител организмов
- б) фракционированием лимфоцитов
- в) с помощью гибридом
- г) химическим синтезом.

64. Антисмысловые олигонуклеотиды перспективны для лечения:

- а) инфекционных бактериальных болезней
- б) онкологических заболеваний
- в) противогрибковых заболеваний
- г) наследственных моногенных заболеваний
- д) вирусных заболеваний

6.4. Критерии оценивания

Доклад - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Критерии оценки докладов

Качество доклада	- соответствует теме, логично выстроен	5
- соответствует теме, не логично выстроен;	4	
- частично соответствует теме;	3	
- не соответствует теме	2	
Демонстрационный материал	- представлен, точный, продемонстрирован	5
- представлен, неточный, продемонстрирован	4	
- представлен, не точный, не продемонстрирован	3	
- не представлен или не соответствует сути материала	2	
Выводы	- четкие, соответствуют материалу	5
- не четкие, соответствуют материалу	4	
- не соответствуют материалу	3	
- нет	2	
Ответы на вопросы	- точные, обоснованные	5
- точные, не обоснованные	4	
- неточные	3	
- нет	2	

Оценка за доклад выставляется в соответствии с накопленными баллами:



- «отлично» – 18-20 баллов;
- «хорошо» – 15-17 баллов;
- «удовлетворительно» – 12-14 баллов;
- «неудовлетворительно» – 8-11 баллов.

Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Оценка за тест выставляется в соответствии с накопленными процентами (максимальное количество 100%):

- «отлично» – 81-100%;
- «хорошо» – 61-80%;
- «удовлетворительно» – 41-60%;
- «неудовлетворительно» – 0-40%.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для лабораторных работ

Уровень знаний (макс – 5)	Набранная сумма баллов
Написан ход работы и полученный результат.	0-3
Написан ход работы и полученный результат, сделан вывод по работе.	4
Написан ход работы и полученный результат, написаны химические реакции исследуемых биотехнологических процессов, сделан вывод по работе.	5

Требования (критериальные показатели) к письменному поименному опросу (контрольной работе)

Неудовлетворительно:

Полнота ответа – Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствуют межпредметные связи.

Структурированность – Нет.

Логика изложения – Отсутствует логика в изложении материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Нет.

Удовлетворительно:

Полнота ответа – Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Структурированность – Не всегда прослеживается четкость и структурированность.

Логика изложения – Не всегда прослеживается логика изложения материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Затрудняется с ответами, ответ отличается низкой самостоятельностью.

Хорошо:

Полнота ответа – Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью.

Отлично:

Полнота ответа – Студент полно излагает учебный материал на основе лекций и дополнительной литературы, осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

Критерии оценивания зачета

Зачет выставляется по итогам выполнения тестовых заданий по следующим критериям (процент правильно выполненных заданий):

- «зачтено» – 60-100%;
- «не зачтено» – 0-59%;
-

Критерии оценивания экзамена



Экзамен выставляется по итогам выполнения тестовых заданий по следующим критериям (процент правильно выполненных заданий):

- «отлично» – 91-100%;
- «хорошо» – 70-90%;
- «удовлетворительно» – 50-69%;
- «неудовлетворительно» – 0-49%.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Шмид Р., Виноградова А. А., Синюшин А. А., Мосолова Т. П.	Наглядная биотехнология и генетическая инженерия	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, [2014]	

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Пинаев Г.П. Клеточная биотехнология: учебно-методическое пособие. – СПб. «Изд-во Политехн. Ун-та», 2011. — URL: http://www.metodichka.x-pdf.ru/15tehicheskie/485134-1-gp-pinaev-miblinova-nikolaenko-polyanskaya-efremova-sharlaimova-shubin-kletochnaya-biotehnologiya-uchebnoe-posobie-rekomen.php			
Э2	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 – . – Доступ к полным текстам после регистрации из сети ЧелГУ. – URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp/			
Э3	КиберЛенинка - научная электронная библиотека (журналы) http://cyberleninka.ru			
Э4	Научная библиотека Челябинского государственного университета [Электронный ресурс]: [сайт] / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, [2001 -]. – Режим доступа: http://www.lib.csu.ru//			
Э5	Биомолекула – [Электронный ресурс]: сетевое информационное издание о современной биологии https://biomolecula.ru/			

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

Adobe Reader

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.
3. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотéка имени Б. Н. Ельцина. – СанктПетербург, 2009 – . – URL: <https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.
4. WebofScience (<https://apps.webofknowledge.com>) WebofScience : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания ThomsonReuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / ElsevierBV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оснащенных мультимедиа сопровождением: переносным ноутбуком и проектором. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий в виде мультимедийных презентаций к лекциям (формат Microsoft PowerPoint):

1. Технология ферментационных процессов



2. Фитобиотехнология.

3. Зообиотехнология.

4. Тканевая инженерия

5. Методы определения некоторых биологически значимых веществ в клетках растений и животных

Лабораторные занятия проводятся в учебной лаборатории на 18 посадочных мест.

Лаборатория оснащена необходимыми приборами:

Ферментер VLBIO-1M;

Люминометр «Люмишот»;

Спектрофотометр «Eppendorf»

Бокс абактериальной воздушной среды БАВп-01- «Ламинар-С»-1,2

Микроскоп Микмед-2-12 (5 шт)

Холодильник

Термостат ТС-80М-2;

Центрифуга лабораторная ОПн-3

Центрифуга СМ-50

Водяная баня термостатическая

Фотомер КФК-3

Весы лабораторные;

Мультимедийный комплекс;

реактивами и лабораторной посудой.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для наиболее эффективного достижения результата изучения дисциплины «Клеточные биотехнологии» студент должен не только исправно посещать лекции, но и усваивать лекционный материал, а также информацию, получаемую на лабораторных занятиях, активно участвовать в дискуссиях и подготовке докладов по заданным темам. При возникновении вопросов, возникающих в процессе освоения нового материала, студент обязательно должен обращаться за их разъяснением к преподавателю.

Самостоятельная работа студентов (СРС) является одним из основных разделов обучения. При этом студент обязан работать с научно-методической литературой, изучать научно-правовые акты. СРС предназначена не только для овладения дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации. Постоянная активность на занятиях – залог успешной работы и положительной оценки.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MSOffice365, форумы, электронная почта и др.).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе».

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих



образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

**06.04.01 Направление подготовки Биология, направленность (профиль)
Биотехнология, РПД «Клеточные биотехнологии», 2026 год набора, очная
форма обучения**

Проректор по учебной работе утверждено 03.03.2026 А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 8 от 27.02.2026

Председатель Ученого совета

биологического факультета

согласовано

Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии

Протокол заседания № 9 от 27.02.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

А. Л. Бурмистрова

Автор (составитель)

Ю.Ю. Филиппова

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО
«ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**