Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 12:41:15
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Микробная биотехнология»

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология

Профиль
Биотехнология

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Разработчик(и):

доцент, к.б.н., доцент  / Е.С. Горшина/

Согласовано:
Заведующий кафедрой
«ХимБиотех», к.б.н.  /Н.В. Мясищева/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....5
3. Структура и содержание дисциплины....6
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость....6
3.2 Тематический план изучения дисциплины....7
3.3 Содержание дисциплины....8
Тема 2. Объекты микробиологической промышленности....8
Тема 3. Основные типы биотехнологических процессов по типу микробных продуцентов....9
Тема 4. Особенности стадии биотехнологического процесса биосинтеза в зависимости от природы микробного продуцента....10
Тема 5. Особенности микробного биотехнологического процесса в зависимости от целевого продукта .10
Тема 6. Основные типы микробных биотехнологий по отношению к требованиям асептики....11
Тема 7. Микробиологический контроль производства в зависимости продуцента и от целевого продукта....11
Тема 8. Вопросы биоэтики в биотехнологическом производстве....11
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....12
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....12
4.2 Дополнительная литература....13
4.3 Электронные образовательные ресурсы....14
4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....14
6. Методические рекомендации....16
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....17
7. Фонд оценочных средств....18
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания....19
7.3 Оценочные средства....25
Форма промежуточной аттестации: экзамен....25
Вопросы к экзамену по дисциплине «Микробные биотехнологии»:....26

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Курс «Микробная биотехнология» представляет собой специальный элективный курс для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки «Биотехнология».

Целью освоения дисциплины «Микробная биотехнология» является формирование у студентов знаний и умений в области современной биотехнологии, основывающейся на использовании микробных продуцентов, в том числе особенностей использования в биотехнологическом производстве бактерий, архей и микросокопических грибов или соматических структур макромицетов, в дисциплине также рассматриваются вопросы, связанные с классификацией микробиологических производств по типам продуцентов. Показана возможность использования микроорганизмов для получения препаратов медицинского, промышленного и сельскохозяйственного назначения.

Основная задача дисциплины – рассмотрение основ биотехнологии микроорганизмов и ее прикладных направлений, формирование у обучающихся представлений о возможности использования биотехнологических методов при создании микроорганизмов с ценными признаками, овладение знаниями основных методов.

Обучение по дисциплине «Микробная биотехнология» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ИОПК-7.1. Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии ИОПК-7.2. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии ИОПК-7.3. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные
ПК-6. Способен проводить биотехнологические процессы с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных	ИПК-6.1. Знает методы получения продуктов биотехнологии; способы культивирования микроорганизмов; правила эксплуатации биотехнологического оборудования;

	методы фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химические и биохимические методы очистки продукта; требования охраны труда; технологические инструкции по производству БАВ ИПК-6.2. Умеет производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса получения БАВ; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции ИПК-6.3 Владеет методами культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Микробная биотехнология» относится к элективным дисциплинам (Б.1.2.ЭД) части, формируемой участниками образовательный отношений, основной образовательной программы бакалавриата.

Сведения, излагаемые в курсе «Микробная биотехнология», логически и содержательно-методически связаны с дисциплинами: «Общая биология и

микробиология», «Биохимия», «Химия биологически активных веществ», «Основы биотехнологии», «Промышленная биотехнология», «Процессы и аппараты биотехнологических производств», а также создает задел для последующих дисциплин, углубляющих знания в профессиональной области: «Процессы и аппараты биотехнологических производств», «Проектирование технологических линий», «Прикладная энзимология», «Технология получения биотехнологических продуктов», «Медицинская биотехнология», «Пищевая биотехнология», «Экобиотехнология», «Фотобиотехнология», а также для подготовки бакалавров к выполнению выпускной квалификационной работы.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часов (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина реализуется в 5 семестре: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 2 час в неделю (36 часов), форма контроля – экзамен.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов
1	**Аудиторные занятия**	**72**
	В том числе:	
1.1	Лекции	36
1.2	Семинарские/практические занятия	
1.3	Лабораторные занятия	36
2	**Самостоятельная работа**	**36**
3	**Промежуточная аттестация**	
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**
	Итого	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	1. Введение. Предмет микробной биотехнологии. Современное состояние и перспективы развития.		2				2
2	2. Объекты микробиологической промышленности. 2.1. Получение промышленных микроорганизмов		4		4		4
3	2.2 Хранение промышленных микроорганизмов. 2.3.Правовое положение промышленных микроорганизмов.		4		4		4
4	2.4. Требования безопасности, предъявляемые к промышленным микроорганизмам (патогенность, аллергенность, токсигенность). Категории микроорганизмов по патогенности. Иммунотропная активность промышленных штаммов. Понятие о ПДК.		2		2		2
5	3.Основные типы биотехнологических процессов по типу микробных продуцентов. 3.1. Микробные процессы в зависимости от отношения продуцента к кислороду.		2		2		2
6	3.2. Основные типы микробныз биотехнологий по отношению к свету бактериальных и эукариотических продуцентов.		2		2		2
7	3.3. Основные типы микробных биотехнологий по механолабильности клеток.		2		2		2
8	4. Особенности стадии биотехнологического процесса биосинтеза в зависимости от природы микробного продуцента.		4		4		4

9	5. Особенности микробного биотехнологического процесса в зависимости от целевого продукта.		8		10		8
	6. Основные типы микробных биотехнологий по отношению к требованиям асептики		2		2		2
	7. Микробиологический контроль производства в зависимости продуцента и от целевого продукта		2		2		2
	8. Вопросы биоэтики в биотехнологическом производстве		2		2		2
Итого		**108**	**36**		**36**		**36**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Предмет микробной биотехнологии. Современное состояние и перспективы развития. Характеристика различных видов продукции микробиологичесокой промышленности (мировой объем производства в натуральном и денежном выражении). Перспективы развития

Тема 2. Объекты микробиологической промышленности

Бактрии, археи, грибы, водоросли. Отличительные особенности эукариотической и прокариотической клеток с позиции биотехнологии. Промышленные биообъекты (штаммы, расы, серовары, ассоциации).

2.1. Получение промышленных микроорганизмов.

Селекция промышленных штаммов и микробных ассоциаций. Генетика как теоретическая основа селекции микроорганизмов.

Молекулярные основы наследственности. Регуляция экспрессии генов. Мутационный процесс как источник генетической изменчивости. Основные закономерности мутагенеза. Направленный мутагенез. Мутантные штаммы – суперпродуценты.

Методы получения гибридов и отбора рекомбинантов у грибов. Слияние протопластов у микроорганизмов – метод создания гибридных штаммов.

Получение трансгенных организмов. Создание рекомбинантных молекул ДНК. Выделение генов для переноса. Векторные системы для введения чужеродных генов в клетки прокариот и эукариот. Принцип конструирования и характеристика промежуточных (коинтегративных) векторов на основе плазмид. Технологии на основе генно-инженерных микроорганизмов.

2.2 Хранение промышленных микроорганизмов. Субкультивирование. Хранение под минеральным маслом. Хранение в воде и водно-солевых растворах. Хранение высушиванием, в том числе на твердых носителях. Хранение замораживанием при температурах ниже точки кристаллизации воды.

Криоконсервация, в том числе с применением криопротекторов. Лиофилизация. Ревитализация культур после длительного хранения.

2.3. Правовое положение промышленных микроорганизмов. Генетическая идентификация. Паспорт штамма микроорганизма (для бактериальных культур, грибных культур), ассоциации микроорганизмов, бактериофагов, клеточной линии, гибридных культивируемых клеток животных. Депонирование штамма. Патентование промышленных микроорганизмов.

2.4. Требования безопасности, предъявляемые к промышленным микроорганизмам (патогенность, аллергенность, токсигенность). Категории микроорганизмов по патогенности. Иммунотропная активность промышленных штаммов. Понятие о ПДК.

Тема 3. Основные типы биотехнологических процессов по типу микробных продуцентов

3.1. Микробные процессы в зависимости от отношения продуцента к кислороду.

Аэробное культивирование. Примеры продуцентов. Способы подачи кислорода и удаления углекислого газа. Системы аэрации. Изменение потребности в кислороде в процессе роста культуры.

Анаэробное культивирование. Примеры продуцентов и процессов. Способы устранения кислорода из питательно среды.

3.2. Основные типы микробныз биотехнологий по отношению к свету бактериальных и эукариотических продуцентов.

Культивирование фототрофных микроорганизмов. Одноклеточные и нитчатые продуценты. Особенности культивирования. Примеры промышленных процессов. Открытые водоёмы, закрытые системы культивирования. Фотобиореакторы. Тонкослойные и пластинчатые фотобиореакторы. Фотобиореакторы трубчатого типа. Фотобиореакторы панельного типа. Фотобиореакторы глубинного типа.

3.3. Основные типы микробных биотехнологий по механолабильности клеток.

Порог травморезистентности для бактерий, одноклеточных грибов, мицелиальных грибов, нитчатых водорослей. Культивирование одноклеточных микроорганизмов. Культивирование мицелиальных микроорганизмов. Современные биотехнологические процессы с использованием грибных продуцентов. Основные параметры, технологические и аппаратурные решения. Сырье для биотехнологий с использованием грибных продуцентов. Особенности стадии подготовки посевного материала. Биореакторы для культивирования механолабильных мицелиальных грибов. Параметры

культивирования. Особенности стадии выделения и сушки. Контроль процесса производства и готовой продукции.

Тема 4. Особенности стадии биотехнологического процесса биосинтеза в зависимости от природы микробного продуцента

Особенности подготовительной стадии (предферментационной). Получение посевного материала, питательной среды. Особенности стадия культивирования (ферментации, биосинтеза). Особенности стадия разделения культуральной жидкости. Особенности стадия выделения целевого продукта (внутриклеточного, внеклеточного). Особенности стадии очистки продукта. Особенности стадия концентрирования продукта. Особенности стадии сушки.

Тема 5. Особенности микробного биотехнологического процесса в зависимости от целевого продукта

Биопрепараты жизнеспособных микроорганизмов для сельского хозяйства: средства защиты растений, энтомапатогенные препараты, бактериальные удобрения, закваски для силосования кормов, биодеграданты.

Биопрепараты жизнеспособных микроорганизмов для пищевого использования: пекарские дрожжи, закваски для молочко-кислого производства, закваски для традиционных биотехнологических продуктов.

Биопрепараты жизнеспособных микроорганизмов медицины: пробиотики, препараты для бактериотерапии, бактерийные вакцины, бактериофаги.

Биотехнологические продукты на основе инактивированной биомассы клеток и продукты ее переработки: кормовые дрожжи, грибной мицелий, биомасса фототрофных микроорганизмов.

Биотехнологические процессы с использованием штаммов-деструкторов и их ассоциаций. Поиск продуцентов. Ассоциации деструкторов. Примеры процессов биодеградации ксенобиотиков. Природные ассоциации биодеструкторов сточных вод.

Биотехнологические препараты (чистые и технические) на основе продуктов метаболизма микроорганизмов: витамины, аминокислоты, ферменты, антибиотики, биолипиды, гормоны, полисахариды, органические кислоты, пигменты, этанол, пищевые волокна, вакцины, феромоны, элиситоры, продукты комплексной переработки микробных масс и метаболитов (изоляты белковых веществ, микробные масла).

Микробиотехнологические процессы в биоэнергетике (биотопливо, углеводороды, биогаз, биотопливные элементы и др.).

Биогеотехнологические процессы (литотрофные микроорганизмы) Хемолитотрофные бактерии и условия их обитания в месторождениях полезных ископаемых. Органотрофные бактерии, восстанавливающие сульфаты, железо и

марганец. Силикатные микроорганизмы.

Кучные и подземные биогеотехнологические процессы выщелачивания металлов из сульфидных рудных месторождений и отвалов (отходов обогащения руд). Технологические схемы процессов и основные реакции биоокисления минералов, содержащих цветные металлы.

Биогидрометаллургические процессы получения золота из сульфидных концентратов, основные реакции и технологическая схема.

Биогидрометаллургические процессы получения цветных металлов из сульфидных концентратов, технологические схемы получения меди и цинка.

Промышленные биопроцессы получения цветных и благородных металлов из сульфидных концентратов. Исследования по интенсификации процессов биоокисления сульфидных минералов.

Технические (неочищенные) биотехнологические препараты на основе культивирования микроорганизмов.

Лекарственные препараты для перорального применения.

Лекарственные препараты в инъекционной форме.

Тема 6. Основные типы микробных биотехнологий по отношению к требованиям асептики

Асептическая ферментация, условно асептическая, не асептическая.

Принципы асептики в биотехнологических производствах. Влияние посторонней микрофлоры на эффективность микробиологических производств.

Тема 7. Микробиологический контроль производства в зависимости продуцента и от целевого продукта

Контроль бактериальных продуцентов. Контроль грибных продуцентов (одноклеточных, плесневых, базидиальных). Микробиологический контроль целевого продукта. Микробиологический контроль стоков, выбросов в атмосферу.

Тема 8. Вопросы биоэтики в биотехнологическом производстве

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Не предусмотрены учебным планом

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторная работа № 1. Углубленное знакомство с техникой лабораторных работ. Безопасность при работе с микроорганизмами.

Лабораторная работа № 2. Выделение бактериальных культур

Лабораторная работа № 3. Выделение грибных культур

Лабораторная работа № 4. Разделение грибных и бактериальных культур

Лабораторная работа № 5. Разделение базидиальных и плесневых грибных культур

Лабораторная работа № 6. Определение порога травморезистентности мицелиальных культур

Лабораторная работа № 7. Определение порога травморезистентности мицелиальных культур. Оценка результата

Лабораторная работа № 8. Культивирование молочнокислых культур

Лабораторная работа № 9. Культивирование дрожжевых культур. Оценка биомассы, количества клеток

Лабораторная работа № 10. Культивирование бактериальных культур. Оценка биомассы, количества клеток

Лабораторная работа № 11. Культивирование мицелиальных культур. Оценка биомассы, количества клеток

Лабораторная работа № 12. Методы определения контаминации процесса культивирования.

Лабораторная работа № 13. Методы определения контаминации процесса культивирования. Оценка результата

Лабораторная работа № 14. Оценка контаминации биотехнологического продукта.

Лабораторная работа № 15. Оценка контаминации биотехнологического продукта. Оценка результата.

Лабораторная работа № 16. Контаминация процесса культивирования микроводорослей

Лабораторная работа № 17. Прием отчета по лабораторным работам

Лабораторная работа № 18. Прием отчета по лабораторным работам

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены учебным планом

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Основная литература

1. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. - 296 с. Адрес хранения ул. П. Корчагина, 22.
2. Общая биотехнология / учебник: Ревин В.В., Н.А. Атыкян, Е.В. Лияськина, Д.А. Кадималиев [др.]: под общей редакцией академика А.И. Мирошникова . – Саранск.: Из-во Мордовского университета, 2019. – 426 с.

3. Методы выделения и культивирования микроорганизмов: учебное пособие / Т.И. Громовых, Е.А. Горшина, О.Н. Синёва. – Москва: Московский Политех, 2022. – 143.с.
4. Цымбаленко, Н.В. Биотехнология / Н.В. Цымбаленко ; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. – Ч. 1. – 128 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428265

4.2 Дополнительная литература

1. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет». – Москва : Прометей, 2013. – Ч. I. Нанотехнологии в биологии. – 262 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486

2. Тихонов, Г.П. Основы биотехнологии / Г.П. Тихонов, И.А. Минаева ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир : МГАВТ, 2009. – 133 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430056

3. Слюняев, В.П., Плошко, Е.А. Основы биотехнологии. Научные основы биотехнологии: учебное пособие [Электронный ресурс]/В.П.Слюняев.- Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, 2012.- 112с.- URL:https://e.lanbook.com/book/4531

4. Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика) / Г.П. Шуваева, Т.В. Свиридова, О.С. Корнеева и др. ; науч. ред. В.Н. Калаев ; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 317 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482028 (дата обращения: 17.10.2020). – Библиогр.: с. 311-312. – ISBN 978-5-00032-239-0. – Текст : электронный.

5. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03805-7. — Текст :

электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450147 (дата обращения: 09.08.2021).

6. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 332 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03806-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451769

7. Кустова Н.А. Лабораторный практикум по микробиологии. – М., МГУИЭ, 2006 г. - 209 с.

8. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Горнова И.Б. Лабораторный практикум по общей микробиологии. — М: ДеЛи принт. — 2004. — 144 с.

9. Медицинская микробиология : учебное пособие / под ред. В.И. Покровского.- 4-е изд., стереот. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 768 с. : http://www.studmedlib.ru/ru/doc/ISBN9785970415306-0006/001.html

10. Фармацевтическая биотехнология : рук. к практ. занятиям : учеб. пособие / С. Н. Орехов ; под ред. В. А. Быкова, А. В. Катлинского. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 384 с.: http://www.studmedlib.ru/ru/books/ISBN9785970424995.html

11. Микробная биотехнология / под ред. О. Н. Ильинской ; КГУ. - Казань : Изд-во КГУ, 2007. - 424 с.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Программное обеспечение не предусмотрено.

1. Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте https://mospolytech.ru/obuchauschimsya/biblioteka/

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений

	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Свободный доступ в крупнейшую базу научных данных в области биомедицинских наук MedLine, включая биохимию	www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed	Доступна
	Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»	http://cyberleninka.ru/	Доступна
	Официальный сайт Федерации европейских биохимических обществ	www.febs.org	Доступна
Профессиональные базы данных			
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно
	База данных РОСПАТЕНТ	https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/	Доступно
	База данных United States Patent and Trademark Office	https://www.uspto.gov/	Доступно
	База данных нуклеотидных последовательностей	www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитория для лекционных занятий № 5504 (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5404б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, весы лабораторные DX-2000, весы прецизионные AND, химическая мойка, ламинарный бокс Бавп-01-«Ламинар-С»-1,2, шкаф сушильно-стерилизационный Memmert, шейкер, плитка электрическая лабораторная Rommelsbacher RK 501,

термостат 180твл, фотоэлектроколориметр КФК-2, холодильник для хранения культур, микроскоп Микмед 6, микроскоп, оснащенный камерой соединенной с компьютером, микроскопы учебные 15 штук, стереомикроскоп 2 шт., центрифуга, сушильный шкаф, автоклав ВК-75, автоматические пипетки, электрические насосы дл пипеток, магнитные мешалки, лабораторная посуда для проведения лабораторных занятий, стеллажи с научной литературой.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5405а,б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, вытяжной шкаф, весы прецизионные KERN, весы аналитические Vibra, аналитические весы Sartorius ENTRIS 224-1S, 220г/0,1Sartorius Group GmbH, спектрофотометр Shimadzu UV mini 1240, автоматизированная установка для разложения по Кьельдалю LOIP LK-100, лабораторная установка: хроматографические процессы разделения: тонкослойная хроматография (ТСХ) Phywe Systeme GmbH, магнитные мешалки, спектрофотометр ПВЭ-5300, pH-метр Эконикс, дистиллятор GFL 2001/4, химическая мойка, тумба для хранения ЛВЖ, камеры хроматографические для тонкослойной хроматографии, химические реактивы, вытяжные шкафы, холодильник, лабораторная посуда для проведения лабораторно-практических занятий.

Лаборатория кафедры «ХимБиотех» Ав 5406а. (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 строен. 1 (5 корпус)). Лабораторные столы, биореактор, установка баромембранной фильтрации, вакуумный сушильный шкаф, шейкер микробиологический, фотобиореактор, установка для культивирования фототрофов, шейкер-инкубатор IKA® KS 4000 i control.

Студенты на занятиях обеспечены индивидуальными микроскопами, автоматическими пипетками, лабораторной посудой, реактивами.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и лабораторная. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы

активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Цель лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, лабораторных занятиям и выполнение практических работ и лабораторных работ.
- подготовка и выполнение тестирования с использованием общеобразовательного портала

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

Студенты, пропустившие занятия и/или не сдавшие все лабораторные работы не допускаются к экзамену. Студент, пропустивший лабораторную работу по уважительной причине имеет право ее отработать в конце семестра (не более 3 лабораторных работ).

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Микробная биотехнология».

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Лабораторные работы	Оформленные отчеты (журнал) лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы				
Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний базовых математических, физические, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов, применяемых в биотехнологии	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний базовых математических, физические, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов, применяемых в биотехнологии. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний базовых математических, физические, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов, применяемых в биотехнологии, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний базовых математических, физические, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов, применяемых в биотехнологии, свободно оперирует приобретенными знаниями
Владеет основными методами экспериментальных	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие владения	Обучающийся демонстрирует неполный навык владения основными	Обучающийся демонстри-рует частичный навык	Обучающийся демонстрирует полный навык владений основными методами

исследований и испытаний в биотехнологии	или недостаточное владение основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии	методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации	владений основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности
Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	Обучающийся не готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	Обучающийся не в полном объёме готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях	Обучающийся частично готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**

ПК-6. Способен проводить биотехнологические процессы с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных				
Знает методы получения продуктов биотехнологии; способы культивирования микроорганизмов; правила эксплуатации биотехнологического оборудования; методы фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химические и биохимические методы очистки продукта; требования охраны труда; технологические инструкции по производству БАВ	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний способов культивирования микроорганизмов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний способов культивирования микроорганизмов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний способов культивирования микроорганизмов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний способов культивирования микроорганизмов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
Умеет производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса получения БАВ; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие умений производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса; производить отбор образцов культуральной жидкости	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса; производить отбор образцов культуральной жидкости	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса; производить отбор образцов культуральной жидкости для микробиологического контроля; осуществлять разделение

контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции	биотехнологического процесса; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства.	для микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	для микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства.	культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Владеет методами культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие владения или недостаточное владение методами культивирования микроорганизмов-продуцентов; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений	Обучающийся демонстрирует неполное владение методами культивирования микроорганизмов-продуцентов; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное владение методами культивирования микроорганизмов-продуцентов; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное владение методами культивирования микроорганизмов-продуцентов; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

7.3 Оценочные средства

7.2.1 Текущий контроль

7.2.2 Промежуточная аттестация

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю), методом экспертной оценки или путем тестирования в СДО. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Биохимия» (прошли промежуточный контроль (контрольные работы), выполнили и защитили лабораторные работы).

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности при аналитических операциях, затрудняется при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в

	таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, допускаются значительные ошибки, неточности при аналитических операциях, испытывает значительные затрудняется при применении навыков в новых ситуациях
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Микробные биотехнологии»:

1. История развития микробиологической промышленности
2. Биологические объекты в микробной биотехнологии
3. Отличительные особенности эукариотической и прокариотической клеток с позиции биотехнологии
4. Классификация микробиологических производств по типу используемого процесса и оборудования
5. Морфологические особенности микроорганизмов с точки зрения биотехнологического производства
6. Новые направления в современной промышленной микробиологии
7. Требования, предъявляемые к микробным продуцентам. Перспективные группы микроорганизмов
8. Объекты и методы промышленной микробиологии
9. Сырье для микробиологических производств. Особенности выбора для разных групп микроорганизмов
10. Способы подготовки сырья для микробиологического производства
11. Создание промышленных штаммов микроорганизмов-продуцентов современными генно-инженерными методами
12. Микроорганизмы, используемые в микробиологической промышленности
13. Основные отрасли микробиологической промышленности
14. Методы выделения из природы потенциальных штаммов-продуцентов
15. Селекция промышленных штаммов и микробных ассоциаций
16. Генетические методы получения промышленных штаммов микроорганизмов
17. Методы усовершенствования промышленных штаммов
18. Принципы поиска штаммов деструкторов

19. Принципы поиска штаммов-продуцентов
20. Получение высокоактивных штаммов микроорганизмов
21. Методы традиционной селекции в получении промышленных штаммов микроорганизмов
22. Направленный поиск продуцентов антибиотиков
23. Получение активных продуцентов микробных ферментов
24. Правовое положение промышленных микроорганизмов
25. Патентование промышленных микроорганизмов Особенности культивирования микроорганизмов на поверхности жидких питательных сред
26. Поверхностное культивирование на твердых питательных средах
27. Глубинное культивирование в жидких питательных средах
28. Глубинное культивирование на твердых питательных средах
29. Способы регулирования метаболизма микроорганизмов с целью повышения эффективности получения целевого продукта
30. Вода как компонент питательной среды и экстрагент
31. Методы хранения культур
32. Методы идентификации микроорганизмов
33. Количественные характеристики роста и продуктивности микроорганизмов
34. Особенности получение посевного материала для разных типов микробных биотехнологий
35. Основные источники сырья для микробиологической промышленности
36. Требования, предъявляемые к сырью для различных микробных биотехнологий
37. Особенности питательных сред для культивирования промышленных штаммов микроорганизмов
38. Принципы подбора культур микроорганизмов для различных производств
39. Получение биопрепаратов, содержащих жизнеспособные микроорганизмы
40. Биопрепараты на основе метаболитов микроорганизмов
41. Микробиологические процессы и стадии, используемые в производствах кисломолочных продуктов, сыра, масла, кваса.
42. Молочнокислое брожение. Гомо- и гетероферментативное молочнокислое брожение. Характеристика основных свойств молочнокислых бактерий
43. Ароматообразующие, мезофильные и термофильные штаммы
44. Одноштаммовые и многоштаммовые закваски и их применение в приготовлении молочнокислых продуктов и в хлебопечении
45. Пробиотики и пребиотики. Принципы подбора продуцентов
46. Требования безопасности, предъявляемые к промышленным микроорганизмам. Биобезопасность в промышленной микробиологии

47. Понятие о ПДК. Воздействие на организм человека промышленных организмов
48. Группы непатогенных промышленных микроорганизмов по степени воздействия на организм человека
49. ПДК в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе
50. Основные профессиональные заболевания работников микробиологических производств
51. Особенности культивирование аэробных и анаэробных продуцентов
52. Особенности культивирования фототрофов
53. Понятие травморезистентности продуцента
54. Особенности культивирования механолабильных продуцентов
55. Особенности асептических и незащищенных микробных биотехнологий
56. Микробиологический контроль асептического процесса
57. Микробиологический контроль незащищенного процесса
58. Вопросы биоэтики в микробной биотехнологии
59. Производство с использованием патогенных микроорганизмов
60. Понятие о ПДК в микробиологическом производстве