Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 30.09.2023 16:29:06
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

И.о. декана

_____/А.С. Соколов/

«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

_____ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ_____

19.03.01 Биотехнология

_____

Промышленная биотехнология и биоинженерия

_____

Бакалавр

_____

Очная

_____

Москва, 2023г.

Разработчик(и):

Профессор, доктор биологических наук, профессор  /Т.И. Громовых /

Согласовано:
Заведующий кафедрой «ХимБиотех»
Профессор, д-р.б.н.  /Т.И. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы6
3. Структура и содержание дисциплины6
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость7
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины7
   - 3.3. Содержание дисциплины**Ошибка! Закладка не определена.**
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий12
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)13
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение14
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы14
   - 4.2. Основная литература14
   - 4.3. Дополнительная литература15
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы15
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение15
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы15
5. Материально-техническое обеспечение15
6. Методические рекомендации16
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения16
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины17
7. Фонд оценочных средств18
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения18
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения19
   - 7.3. Оценочные средства22

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является изучение основных направлений биотехнологии как способов получения полезных продуктов в управляемых биотехнологических процессах с использованием монокультур и ассоциаций микроорганизмов, культур клеток растений, животных и ферментов.

К задачам изучения дисциплины следует отнести:

- приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему специалисту для обоснованных решений, при организации и проведении биотехнологических процессов в будущей профессиональной деятельности.

– к самостоятельной профессиональной работе с биотехнологическими объектами, в том числе, с микроорганизмами, клетками растений и животных, клеточными структурами, ферментами и другими биологически активными веществами, к эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов;

– к научно-исследовательской работе, связанной с получением и изучением продуцентов, оптимизацией питательных сред и условий культивирования, подготовке научной документации;

Обучение по дисциплине «Основы биотехнологии» 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	**Знает** базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии **Умеет** по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные **Владеет** основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии
ПК-4 Способен к поиску и анализу научно-технической информации и интерпретации результатов исследований	**Знает:** актуальную нормативную документацию в своей области, методы анализа научных

	данных, планирования и организации исследований и разработок **Умеет** применять актуальную нормативную документацию в своей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ **Владеет**: навыками разработки планов и методических программ проведения исследований, сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, проведения анализа научных данных, результатов экспериментов, теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений
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 **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 **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; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Основы биотехнологии» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В основной части базового цикла (Б1.1):

Органическая химия

Общая биология и микробиология

Биохимия

Физика

Промышленная биотехнология

Химия биологически активных веществ

В части, формируемой участниками образовательных отношений

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Иммунобиотехнология

Знания, умения и навыки, сформированные, на дисциплине «Основы биотехнологии», будут использованы на последующих этапах при прохождении учебной, производственной, преддипломной практик, подготовке выпускной квалификационной работы и изучении дисциплин:

Культивирование клеток растений и животных

Основы разработки лекарственных средств

Технология получения биотехнологических продуктов

Методы сертификации и контроля в биотехнологическом процессе

Контроль биотехнологической продукции

Микробная биотехнология

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часа), из них 36 часов лекции, 54 часа лабораторные занятия и 36 часов самостоятельная работа. При

изучении дисциплины «Основы биотехнологии» предусмотрено выполнение курсовой работы.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
1	**Аудиторные занятия**	**90**	4	
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	36	
1.2	Семинарские/практические занятия		-	
1.3	Лабораторные занятия		54	
2	**Самостоятельная работа**		54	
	В том числе:			
2.1	Подготовка к лабораторным занятиям			
2.2	Подготовка курсовой работы			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен	
	Итого	**90**	90	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1. Определение биотехнологии. Основные направления биотехнологии	4	**2**		**2**		**2**
1.1	Тема 1.Краткий исторический очерк развития биотехнологии	1	1		-		2
1.2	Тема 2.Характеристика основных направлений биотехнологии	1	1		-		-
2.	Основные элементы биотехнологических процессов.	6	**4**		4		4
2.1	Биологические объекты: продуценты биотехнологических процессов	1	1		-		
2.2	Характеристика субстратов: субстраты I, II и III-го поколений	1	1		-		

2.3	Аппаратура для биотехнологических процессов. Классификация аппаратов для ферментации	1	1		-		2
2.4	Продукты биотехнологий: первичные и вторичные метаболиты, биомассы, продукты биотрансформации	1	1		-		
3	Раздел 3. Стадии биотехнологических процессов	8	**6**		**8**		**6**
3.1	Предферментационная стадия.	2	2		2		2
3.2	Стадия ферментации как основная стадия. Классификация процессов ферментации.	4	2		4		2
3.3	Постферментационная стадия: способы отделения биомасс, очистки целевых продуктов.	2	2		2		2
4	Раздел 4. Методы выделения и культивирования продуцентов в биотехнологических процессах	18	**6**		**8**		**4**
4.1	Методы выделения культур и требования к промышленным штаммам. Методы генетической трансформации продуцентов: мутации и рекомбинации.	4	2		2		-
4.2	Закономерности роста продуцентов в замкнутой системе. Кривая роста. Особенности роста в различных стадиях продуцентов прокарит, эукариот, мицелиальных форм, клеточных культур растений и животных.	12	2		6		2
4.3	Непрерывные процессы культивирования продуцентов. Особенности процесса непрерывного культивирования.	2	2		-		2
5	Раздел 5. Контроль и управление биотехнологическими процессами	**10**	**4**		**6**		**4**
5.1	Основные показатели биотехнологических процессов.	6	2		4		2
5.2	Методы повышения удельной продуктивности и снижения непродуктивных затрат.	4	2		2		2
6.	Раздел 6. Использование метаболизма микроорганизмов в биотехнологических процессах	**14**	**6**		**8**		**4**
6.1	Использование брожений в биотехнологических процессах: спиртовое брожение, молочнокислое брожение, пропионовокислое брожение, маслянокислое брожение.	8	4		4		2
6.2	Использование аэробных и анаэробного дыхания микроорганизмов в	10	2		4		2

	биотехнологических процессах. Биометаногенез.						
7.	Раздел 7. Математическое моделирование и оптимизация биотехнологических процессов	20	4		**16**		**4**
7.1	Модели зависимости удельной скорости роста от концентрации субстрата и продукта. Булевы модели для описания интегрального состояния биотехнологической системы.	10	2		8		2
7.2	Оптимизация биотехнологических процессов ферментации. Планирование однофакторных и многофакторных экспериментов.	10	2		8		2
8.	Раздел 8. Клеточные технологии. Культивирование клеток животных и растений	**2**	**2**		-		**4**
8.1	Культуры клеток и тканей животных как продуценты биотехнологии.	1	1		-		2
8.2	Культуры клеток и тканей животных в биотехнологии.	1	1		-		2
9.	Раздел 9. Новейшие методы в развитии биотехнологии. Достижения биотехнологии в различных практических областях	2	2		-		**4**
9.1	Возможности генетической инженерии в создании продуцентов.	1	1		-		2
9.2	Современные достижения в области использования биотехнологий.	1	1		-		2
	Итого	**108**	**36**		**54**		**36**

3 Содержание дисциплины

Для изучения студентам очной формы обучения на втором курсе в **четвертом** семестре выделяется **4** зачетные единицы, т.е. **144** академических часа (из них 54 часов – самостоятельная работа студентов). **4 семестр: лекции –** 2 часа в неделю **(**36 часов**),** лабораторные работы – 4 часа в неделю (54 часа), форма контроля – экзамен. Аудиторные занятия проводятся в виде лекционных занятий с обучающимися, которые заранее предварительно знакомятся с материалом с использованием рекомендуемой литературой. Лабораторные занятия проводятся в лаборатории биотехнологии. При проведении занятий студенты готовятся с использованием соответствующей методической литературой.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории биотехнологии. При проведении занятий студенты готовятся с использованием соответствующей методической литературой.

Раздел 1. Определение биотехнологии. Основные направления биотехнологии

Материал темы включает определение термина «биотехнология», возникновение науки и отраслей биотехнологии. Особенности развития биотехнологии в эмпирический,

этиологический и биотехнический периоды. Новейший период развития биотехнологии. Основные положения проблемы развития биотехнологии в РФ.

Основные направления биотехнологии. Программа развития биотехнологии в России. Цель и задачи Комплексной программы развития биотехнологий в Российской Федерации.

Раздел 2. Основные элементы биотехнологических процессов. Биологические объекты, субстраты, аппараты

Продуценты биотехнологических процессов: прокариоты, эукариоты, ферментные препараты, культуры клеток и тканей растений и животных. Преимущество микроорганизмов в биотехнологических процессах. Основные характеристики микроорганизмов, используемых в биотехнологических процессах. Характеристика культур клеток растений для биотехнологических процессов. Получение полезных продуктов с использованием суспензионных культур клеток и тканей растений. Характеристика культур клеток животных, используемых в биотехнологиях.

Субстраты биотехнологии: I, II, III-го поколений. Особенности биотехнологий на субстратах III-го поколения.

Аппаратура для биотехнологических процессов. Классификация аппаратов для ферментации по способу подачи энергии: аппараты ФГ -типа, ФЖ -типа, ФГЖ -типа.

Характеристика продуктов биотехнологий: первичные и вторичные метаболиты, биомассы, продукты биоокисления и биотрансформаций.

Раздел 3. Стадии биотехнологических процессов

Главная и вспомогательные стадии. Особенности проведения работ на различных стадиях биотехнологического процесса. Предферментационная стадия. Стадия ферментации как основная стадия. Классификация процессов ферментации по конечному целевому продукту, фазе, по отношению к асептике, по отношению к продуцентам, к кислороду и организации процесса.

Постферментационная стадия: способы отделения биомасс, очистки целевых продуктов.

Раздел 4. Методы выделения и культивирования продуцентов в биотехнологических процессах

Поиск, выделение и скрининг природных штаммов для биотехнологии. Методы выделения культур и требования к промышленным штаммам. Методы генетической трансформации продуцентов: мутации и рекомбинации.

Закономерности роста продуцентов в замкнутой системе. Кривая роста. Особенности роста в различных стадиях продуцентов прокарит, эукариот, мицелиальных форм, клеточных культур растений и животных. Принципы сокращения лаг-фазы. Непрерывные процессы культивирования продуцентов. Особенности процесса непрерывного культивирования: преимущества и недостатки в сравнении с периодическими процессами. Основные показатели биотехнологических процессов.

Раздел 5. Контроль и управление биотехнологическими процессами

Основные показатели биотехнологических процессов: удельная скорость роста и удельная продуктивность продуцентов. Экономический коэффициент. Непродуктивные затраты. Методы повышения удельной продуктивности и снижения непродуктивных затрат.

Микробиологический контроль предприятий биотехнологии. Основы биологической безопасности биотехнологических производств: микробиологические, медицинские, экологические. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности биотехнологических производств.

Раздел 6. Использование метаболизма микроорганизмов в биотехнологических процессах

Метаболизм микроорганизмов, процессы катаболизма брожение, дыхание, фотофосфорилирование. Определение брожения, типы брожений, Использование брожений в биотехнологических процессах: спиртовое брожение, молочнокислое брожение, пропионовокислое брожение, маслянокислое брожение.

Использование аэробных и анаэробного дыхания микроорганизмов в биотехнологических процессах. Полное и неполное аэробное дыхание: получение уксусной и лимонной кислот. Карбонатное дыхание, использование для получения биогаза, пути образования метана.

Раздел 7. Математическое моделирование и оптимизация биотехнологических процессов

Основные направления моделирования процессов. Требования, предъявляемые к математическим моделям в биотехнологии. Блочные принцип математического моделирования биотехнологических систем. Модели зависимости удельной скорости роста от концентрации субстрата и продукта. Булевы модели для описания интегрального состояния биотехнологической системы. Кинетические и макрокинетические модели биотехнологических процессов.

Оптимизация и масштабирование биотехнологических процессов: цели оптимизации биотехнологических процессов. Задачи и параметры для оптимизации биотехнологических процессов. Принципы и методы масштабирования биотехнологий. Планирование экспериментов биотехнологических процессов. Задачи математического планирования экспериментов.

Раздел 8. Клеточные технологии. Культивирование клеток животных и растений

Значение культур клеток животных как продуцентов биотехнологии. Краткий исторический очерк культивирования клеток животных. Введение клеток в культуру, их происхождение и свойства. Этапы выделения клеточных культур и линий.

Характеристика растительных объектов, используемых в биотехнологии. История клеточной инженерии растений. Основные принципы культивирования клеток и тканей высших растений. Изолированные протопласты: условия и цели получения. Получение культивируемых тканей растений: каллусогенез. Суспензионные культуры клеток растений, особенности и свойства.

Раздел 9. Новейшие методы в развитии биотехнологии. Достижения биотехнологии в различных практических областях

Возможности генетической инженерии в создании продуцентов. Генетические методы создания штаммов-продуцентов для биотехнологии: методы трансформации клеток. Принципы генетической манипуляции клеток. Бактериальная трансформация.

Новейшие методы биотехнологии. Ключевые технологии, используемые в протеомике. Посттрансляционные модификации белков. Метаномика.

Технология нокаута генов. Современные достижения в области использования биотехнологий.

3.3 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семинарские занятия учебным планом не предусмотрены

3.4.2. Лабораторные занятия

Тема 1. Основные элементы биотехнологических процессов: методы определения показателей роста прокариот и одноклеточных эукариот – дрожжевых грибов (2 часа).

Тема 2. Стадии биотехнологического процесса: методы подготовки питательных сред из твердых и жидких субстратов. Подготовка элективных сред для хемоорганогетеротрофов, фотоавтотрофо и, азотфиксаторов (2 часа).

Тема 3. Культивирование продуцентов прокариот *E.coli* и *Bacillus subtilis* в жидкой среде в различных режимах перемешивания. Методы определения численности посевом на твердые среды, спектрофотометрически (6 часов).

Тема 4. Культивирование продуцентов эукариот *Saccharomyces cerevisiae* в жидкой среде в различных режимах перемешивания. Методы определения численности дрожжевых грибов. (4 часа)

Тема 5. Способы отделения биомасс продуцентов прокариот и эукариот, центрифугирование, замораживание, сушка. (2 часа).

Тема 6. Изучение закономерности роста дрожжевых грибов в замкнутой системе. Определение фаз роста. Построение кривой роста продуцентов на различных субстратах углерода и азота. (8 часа).

Тема 7. Твердофазная ферментация мицелиальных форм микроорганизмов: культивирование промышленных продуцентов *Trametes versicolor* и *Laetiporus sulphureus* продуцентов гетерогликанов и каротиноидов. Получение биомасс, выделение целевых продуктов. (8 часов).

Тема 8. Использование брожений в биотехнологических процессах: постановка спиртового и маслянокислого брожений. Анализ продуктов брожения (4 часа).

Тема 9. Изучение процессов неполных аэробных окислений: проведение культивирования продуцента уксусной кислоты *Gluconacetobacter hansenii* и лимонной кислоты *Candida lypolitica* (4 часа).

Тема 10. Изучение показателей удельной скорости роста продуцентов на различных субстратах для получения моделей Моно, Перта и Иерусалимского. Проведение анализа и построение моделей. (8 часов).

Тема 11. Оптимизация питательной среды для получения биомассы мицелия продуцентов *Trametes versicolor* и *Laetiporus sulphureus* по плану однофакторного эксперимента при жидкофазном стационарном культивировании. Построение модели Гаусса-Зейделя (4 часа).

Тема 12. Оптимизация питательной среды для получения биомассы *Saccharomyces cerevisiae* при культивировании на жидкой питательной среде в условиях перемешивания. Построение плана полного многофакторного эксперимента, получение модели и ее регрессионный анализ (6 часов).

3.4 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

1. Биотехнология лимонной кислоты: технологическая схема, продуценты, практическое применение
2. Биотехнология антибиотика грамицидина С: технологическая схема, продуценты, практическое применение
3. Биотехнология антибиотика полимиксина: технологическая схема. продуценты, практическое применение
4. Биотехнология антибиотика низина: технологическая схема, продуценты, практическое применение.
5. Биотехнология антибиотика хлортетрациклина: продуценты, практическое применение.
6. Биотехнология антибиотика цефалоспорина: продуценты, практическое применение.
7. Биотехнология получения витамина B_{12}: продуценты, практическое применение.
8. Биотехнология витамина B_2: технологическая схема, продуценты, практическое применение.
9. Биотехнология получения витамина D: технологическая схема продуценты, практическое применение.
10. Биотехнология глутаминовой кислоты: технологическая схема продуценты, практическое применение.
11. Биотехнология аминокислоты триптофана: продуценты, практическое применение.
12. Микробиологический синтез и биотехнология ферментного препарата амилосубтилина.
13. Микробиологический синтез и биотехнология ферментного препарата протосубтилина.
14. Биотехнология получения склерогликанов: продуценты, источники субстрата
15. Биотехнология этанола на сахаро- и крахмалосодержащем сырье: технологическая схема, продуценты
16. Биотехнология этанола на целлюлозосодержащем сырье: Технологическая схема, продуценты, применение
17. Биотехнология биомасс пекарских дрожжей: Технологическая схема продуценты, практическое применение.
18. Биотехнология биомасс кормовых дрожжей: Технологическая схема продуценты, практическое применение
19. Биотехнология биоинсектицидов: технологическая схема продуценты, практическое применение
20. Биотехнология биофунгицидов: технологическая схема, продуценты, практическое применение
21. Биотехнология микробиологических препаратов биоремедиации почв от нефтяных загрязнений: технологическая схема, продуценты.
22. Биотехнология бутанола на крахмалосодержащем и целлюлозосодержащем сырье: технологическая схема, продуценты
23. Биотехнология уксусной кислоты: технологическая схема, продуценты, практическое применение
24. Биотехнология молочной кислоты: технологическая схема, продуценты, практическое применение

25. Биотехнология биополимеров левана и декстрана: технологическая схема, продуценты, практическое применение
26. Биотехнология бактериальной целлюлозы: технологическая схема, продуценты, практическое применение
27. Биотехнология полиоксибутирата: технологическая схема, продуценты, практическое применение
28. Технологическая схема получение биогаза одностадийным способом: продуценты, использование
29. Технологическая схема получение биогаза двухстадийным способом: продуценты, использование
30. Биотехнология биомассы фототрофных продуцентов: технологическая схема, продуценты, практическое применение

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 57079-2016: Биотехнологии. Национальный стандарт Российской Федерации. Классификация биотехнологической продукции. Дата введения 2017.05.01. – 23 с.

2, ГОСТ Р 57095-2016. Национальный стандарт российской федерации. Общие правила оценки (подтверждения) соответствия оборудования, применяемого в сфере биотехнологии. окс 01.020. – 12 с.

2. ГОСТР ИСО 20387— 2021. Биотехнология БИОБАНКИНГ Общие требования. ОКС 07.080. – 40 с.

4.2 Основная литература

1. Общая биотехнология: учебник/ В.В. Ревин, Н.А. Атыкян, Е.В. Лияськина [и др.] под общ. Ред. А.И. Мирошникова. – 3-е изд. Доп. И перераб. – Саранск, 2019. – 416 с.

2. Безбородов А.М., Квеситадзе Г.И. Микробиологический синтез. – СПб.: Проспект науки, 2011, - 140 с.

3. Биотехнология /Под ред. В.А. Колодзяной, М.А. Самотруевой Изд-во ГОЭТАР. 2020. – 384 с.

4. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии/ В.В. Бирюков. М.: КолосС. 2004. – 296 с.

5. Варфоломеев С.Д. Биотехнология. Кинетические основы микробиологических процессов/ С.Д. Варфоломеев, С.В. Калюжный. М.: Высш. шк., 1990. – 296 с.

6. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение/ Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002. – 465 с.

7. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии. Ч. I. Нанотехнологии в биологии / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина. М.: Прометей, 2013. — 262 с. Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486

8. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие для вузов / И.Ф. Жимулёв— Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. — 480 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/65279.html

9. Микробиология: теория и практика. В 2 ч. Часть 2 : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — М .: Издательство Юрайт, 2018. — 332 с. — Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс.

10. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид ; пер. с

нем. — 3-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2019. – 324 с.

4.3. Дополнительная литература

1. Волова Т.Г. Биотехнология / Т. Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с.

2. 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

3. Тихонов, Г.П. Основы биотехнологии / Г.П. Тихонов, И.А. Минаева. – М.: Альтаир : МГАВТ, 2009. – 133 с. : URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430056

4. Цымбаленко, Н.В. Биотехнология / Н.В. Цымбаленко. Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. – Ч. 1. – 128 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428265

4.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Универсальные:

Электронные образовательные ресурсы по дисциплине «Основы биотехнологии»: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9440

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека
2. http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru - РОСПАТЕНТ
3. http://patft.uspto.gov/ - United States Patent and Trademark Office Бесплатная патентная база.
4. www.molbiol.ru - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии.
5. www.scopus.com (Scopus) – единая реферативная и наукометрическая база данных (индекс цитирования) (доступ в библиотеке МАМИ)
6. www.scincedirect.com/ (Архивные коллекции журналов издательства Elsevier) – архивные коллекции различных тематик, в том числе Biochemistry, Engineering and Technology.
7. http://www.fp7-bio.ru - НКТ «Биотехнологии»
8. http://cyberleninka.ru/article/c/biotehnologiya - научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»
9. http://www.springerprotocols.com/ - доступ к базе данных SpringerLink
10. http://grebennikon.ru/ - электронная бибоиотека Grebennicon
11. http://login.webofknowledge.com/ - ресурсы на платформе Web of Knowledge

5. Материально-техническое обеспечение

Лекционная аудитория кафедры «ХимБиотех» Ав5504. (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 5)), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Аудитория для семинарских и практических занятий кафедры «ХимБиотех» Ав5404а (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» Ав5405б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 5)), оборудованная: Лабораторные столы, вытяжной шкаф, весы прецизионные KERN, весы аналитические Vibra, магнитные мешалки, спектрофотометр ПВЭ-5300, pH-метр Эконикс, химическая мойка, химические реактивы, стеллажи с научной литературой, химическая посуда.

Лаборатория кафедры «ХимБиотех» Ав5406а (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (5 корпус)), оборудованная: лабораторные столы, биореактор, установка баромембранной фильтрации, вакуумный сушильный шкаф, шейкер-инкубатор микробиологический, фотобиореактор, установка для культивирования фототрофов.

Реализация учебной программы должна обеспечиваться доступом каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду и сетевым ресурсам Интернет.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

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

Основная форма изучения и закрепления знаний по дисциплине – лекции и лабораторные занятия. Преподаватель должен последовательно провести ряд лабораторных занятий, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного материала, а также организовать проведение лабораторных занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное овладение практических навыков, активизировать сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

На первом лабораторном занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лабораторным занятиям по дисциплине «Основы биотехнологии» необходимо продумать план их проведения, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме занятия, определить средства материально-технического обеспечения занятия и порядок их использования.

В ходе лабораторного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

В заключительной части занятия необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех поставленных вопросов. Объявить план очередного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к лабораторной работе. При этом во всех частях занятия необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Цель лабораторных занятий – обеспечить усвоение навыков и учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими в ходе лабораторной работы. Повышение эффективности лабораторных 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 лабораторного 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.

В лабораторных занятиях необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой о полученных результатах работы.

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Общая биотехнологии» предусматривает лекции и практические/лабораторные занятия каждую неделю. Изучение дисциплины завершается экзаменом. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических и лабораторных занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо:

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции.

- при затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Лабораторные занятия являются практической частью изучения наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков выполнения экспериментальных работ и подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, навыков практической работы в лаборатории биотехнологии, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к лабораторному занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к лабораторным занятиям студентам необходимо:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

- до очередного лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; повторить проведенные инструктажи по технике безопасности;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе лабораторным занятий давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучаемой на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

При изучении дисциплины «Основы биотехнологии» предусмотрено проведение тестирования на платформе LMS. Вопросы для подготовки к тестированию по темам:

Тема 1.

1. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии в РФ.
2. Состояние и перспективы развития биотехнологии в мире.
3. Развитие генной инженерии в РФ.
4. Основные компоненты биотехнологической системы.
5. Микроорганизмы – специфический элемент биотехнологической системы.
6. Закономерности роста и развития микроорганизмов.
7. Особенности сырья для роста и развития микроорганизмов и требования к нему.

Тема 2.

1. Преимущества и недостатки непрерывных и периодических способа культивирования микроорганизмов.
2. Характеристика основных и вспомогательных процессов производства биологически активных веществ.
3. Характеристика основных и вспомогательных стадий процессов культивирования микроорганизмов.
4. Хемостатный режим культивирования.
5. Турбидостатный режим культивирования.

Тема 3.

1. Установки для поверхностного культивирования микроорганизмов.
2. Аппараты с вводом энергии только газовой фазы: барботажные аппараты, барботажные аппараты с контантными устройствами.
3. Аппараты с подводом энергии только жидкой фазы: ферментаторы с самовсасывающей мешалкой, струйные, эжекционныеферментаторы.
4. По каким параметрам оценивается эффективность различных ферментационных аппаратов.
5. Особенности аппаратов для культивирования клеток растений и животных.
6. Как влияет состав питательных сред на рост и образование продуктов метаболизма микроорганизмами.

Тема 4.

1. Назвать основные методы обеспечения асептических условий.
2. Что такое критерии стерилизации и как он определяется?
3. Как собирается стерилизующая фильтрация воздуха?

4. Термическая стерилизация и показатели эффективности этого процесса.
5. Как выбираются режимы стерилизации оборудования и коммуникации?
6. Что такое комбинированная термомембранная стерилизация?
7. Как выбрать оптимальную величину критерия асептической эффективности?

Тема 5.

1. В чем состоит блочный принцип математического моделирования биотехнологических систем?
2. Как осуществляется математическое описание кинетики роста микроорганизма?
3. Какие модели для описания кинетики биосинтеза продуктов метаболизма Вы знаете?
4. Как учитывается влияние аэрации и перемешивания ни кинетику биотехнологического процесса в математических моделях?
5. Какие математические модели периодических процессов биосинтеза Вы знаете?
6. Какие математические модели непрерывных процессов биосинтеза Вы знаете?

Тема 6.

1. Опишите основные направления моделирования процессов биосинтеза.
2. Назовите основные пути интенсификации ферментационных процессов.
3. Как осуществляется постановка задач оптимизации?
4. Приведите пример метода оптимизации состава питательных сред.
5. Приведите пример математической модели, решающей задачу оптимального управления биосинтезом биологически активного вещества.
6. В чем состоит задача оптимизации непрерывных процессов?
7. Как решается задача оптимизации хемостата без ограничений.

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

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. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации экзамену допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы биотехнологии» прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы, выступили с докладом и т.д.

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 неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
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.*

Форма промежуточной аттестации: курсовая работа.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме выполнения курсовой работы проводится по результатам проверки и защиты курсовой работы. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	*Студент демонстрирует соответствие выполненного задания и знание темы, навыков работы с литературой и результатов, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.*

Хорошо	*Студент демонстрирует соответствие выполненного задания и знание темы, навыков работы с литературой и результатов, приведенным в таблицах, 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.*
Удовлетворительно	*Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*
Неудовлетворительно	*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.*

Методические рекомендации по написанию, требования к оформлению отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа подразумевает самостоятельное выполнение студентом (группой студентов) практических действий по определённой теме,. Цель выполнения и написания отчета по лабораторно работе – привитие студенту навыков документирования действий и представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчетам.

В отчете должны быть представлены:

- название и номер лабораторной работы;
- Тема и актуальность (для чего нужен данный метод);
- введение (объясняется принципов метода; ее значимость, актуальность; указываются цель и задачи мини-исследования; могут быть перечислены некоторые источники информации);
- основная часть: отражены действия по достижению поставленных задач, зафиксированы результаты, выполнены необходимые расчеты;
- заключение (краткие выводы);
- список используемой литературы (список оформляется следующим образом: Ф.И.О. автора; название работы; место и год издания).

Шрифт: Time, 14 пт. Межстрочный интервал: 1,5. Абзац: 1.25 (или 1,27). Выравнивание текста: по ширине. Перенос: автоматический.

Критерии оценки:

1) Оценкой «отлично» оценивается работа, в которой соблюдены следующие требования: обоснована актуальность избранной темы; самостоятельно выполнена практическая часть, аккуратно зафиксированы результаты, проведены расчеты и сделаны выводы, соблюдена логическая стройность работы; соблюдены все требования к оформлению и срокам сдачи отчета.

2) Оценкой «хорошо» оценивается лабораторная работа, в которой: в основном самостоятельно выполнена практическая часть; есть недостатки в оформлении и расчетах, выводы сформулированы недостаточно полно; недостаточно используется научная терминология; отчет сдан не вовремя.

3) Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии: минимальное участие в практической части; результаты не зафиксированы; ошибки в расчетах; имеются существенные недостатки в оформлении, отчет сдан не вовремя..

4) Оценка «неудовлетворительно» выставляется тогда, когда: а) работа не выполнена; б) отчет не сдан или составлен не самостоятельно (списан).

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль (тестовые задания)

Вопрос 1. УКАЖИТЕ, КАКИЕ ФАКТОЫ ИСПОЛЬЗУЮТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ БИОТЕХНОЛОГИИ

а) концентрацию микроорганизмов в окружающей среде

б) концентрацию субстрата*

в) концентрацию биомассы и продукта в культуре*

г) pH*

д) температуру*

е) парциальное давление кислорода.*

Вопрос 2. УКАЖИТЕ СУЩЕСТВУЮЩИЕ МОДЕЛИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

1) лабораторные

2) экспериментальные*

3) математические*

4) природные

5) пилотные.

Вопрос 3. ПОЯСНИТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ «БИОТЕХНОЛОГИЯ – ЭТО НАУКА О СПОСОБАХ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ …»

1) химического синтеза

2) биокаталитического потенциала целостных животных

3) геохимических процессов вулканов*

4) использования биокаталитического потенциала микробных, растительных и животных клеток или их компонентов*

5) биокаталитического потенциала целостных растений

Вопрос 5. ВЫДЕЛИТЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ОТНОСЯЩЕЕСЯ К БИОТЕХНОЛОГИИ

1) Получение полимеров из природных газов
2) Получение моноклональных антител из гибридом*
3) Получение лекарственных препаратов из растений
4) Получение полипропилена
5) Получение полимеров гликолевой кислоты

Вопрос 6. УКАЖИТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИНХРОННОГО РОСТА ПОПУЛЯЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

1) Согласованное увеличение всех химических компонентов и биомассы клеток популяции*
2) Поступление питательных веществ в клетки
3) Выведение метаболитов из клеток
4) Биосинтез первичных метаболитов популяцией
5) Биосинтез вторичных метаболитов популяцией

Вопрос 7. УКАЖИТЕ, В КАКИХ ФАЗАХ УДЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ РОСТА НЕ РАВНА УДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ ОТМИРАНИЯ КЛЕТОК:

1) Лаг-фазе
2) Логарифмического роста*
3) Стационарной
4) Линейного роста*
5) Отмирания*

Вопрос 8. УКАЖИТЕ, КАКОЙ ЭЛЕМЕНТ НЕ ВХОДИТ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

1) Продуценты
2) Субстраты
3) Продукты
4) Производственные строения*
5) Технологические системы оборудования и аппаратов

Вопрос 9. УКАЖИТЕ ЧЕМ ОСНАЩЕНЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПОПАДАНИЯ ПОСТОРОННЕЙ МИКРОФЛОРЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ**:**

1) Змеевиками
2) Термическими затворами*
3) Барботерами
4) Вентилями
5) Датчиками КИП

Вопрос 10. УКАЖИТЕ, В КАКОЙ МОДЕЛИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УЧИТЫВАЮТСЯ ТОЛЬКО ДВА ПАРАМЕТРА: НАЧАЛЬНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СУБСТРАТА И ВЫХОД КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА БЕЗ УЧЕТА КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА:

1) Кобозева
2 Иерусалимского
3) Блэкмана
4) «Черного» ящика*

5) Моно.

Вопрос 11. УКАЖИТЕ, КАК НАЗЫВАЕТСЯ МОДЕЛЬ, С ПОМОЩЬЮ КОТОРОЙ РАССЧИТЫВАЮТ КОНЦЕНТРАЦИЮ СУБСТРАТА, ПРИ КОТОРОЙ УДЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ РОСТА РАВНА ПОЛОВИНЕ МАКСИМАЛЬНОЙ:

1) Кобозева
2 Иерусалимского
3) Блэкмана
4) «Черного» ящика
5) Моно*

Вариант 12. УКАЖИТЕ МОДЕЛЬ, В КОТОРОЙ УЧИТЫВАЕТСЯ ЗАВИСИМОСТЬ МАКСИМАЛЬНОЙ УДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ РОСТА ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛИМИТИРУЮЩЕГО СУБСТРАТА**:**

1) Кобозева
2 Иерусалимского
3) Блэкмана
4) Перта*
5) Моно.
Правильный ответ: 4

7.3.2. Промежуточная аттестация

8. Определение биотехнологии, основные направления. Особенности биотехнологических процессов.
9. Краткий исторический очерк развития биотехнологии. Новейший этап биотехнологии. Особенности создания продуцентов нового поколения.
10. Задачи биотехнологии в решении проблем здоровья человека и человечества, энергетических проблем: перспективы получения экологически чистых источников энергии.
11. Особенности протекания биотехнологических процессов. Отличия биотехнологических процессов от химических и агротехнических.
12. Понятие типовая биотехнологическая схема биосинтеза продуктов, характеристика ее основных стадий.
13. Продуценты биотехнологических процессов: прокариоты, эукариоты, ферментные препараты, культуры клеток и тканей растений и животных.
14. Использование продуцентов прокариот для получения микробных биомасс: вакцин, пробиотиков и пищевых продуктов.
15. Понятие культуры микроорганизмов: накопительные, чистые и смешанные культуры. Элективные методы получения культур продуцентов в биотехнологии.
16. Классификация продуктов биотехнологических производств.
17. Основные группы фармацевтических препаратов, получаемых в биотехнологических процессах: антибиотики, интерфероны, абзимы, пробиотики, аминокислоты, ферменты.
18. Особенности и типы метаболизма микроорганизмов, условия культивирования микроорганизмов- автотрофов и гетеротрофов.
19. Культивирование клеток животных. Получение гибридов: цели и условия культивирования.

20. Цели и методы создания и культивирования суспензионных культур растений. Характеристика протопластов растений: цели и методы получения.
21. Дайте определение общей и удельной скорости роста микроорганизмов.
22. Способы определения удельной скорости роста по кривой роста микроорганизмов во времени. Укажите размерность удельной скорости роста и ее примерные значения для бактерий, дрожжей, грибов, микроводорослей, растительных клеток.
23. Что такое время генерации, общая и удельная скорости потребления субстрата.
24. Как выражаются общая и удельная скорости биосинтеза продуктов метаболизма?
25. Питательные среды для культивирования микроорганизмов. Жидкофазное и твердофазное культивирование продуцентов.
26. Методы определения численности клеток и биомассы продуцентов.
27. Аппараты для культивирования микроорганизмов-продуцентов.
28. Классификация процессов ферментации: по фазе культивирования продуцента, по источнику углеродного питания, по способу организации процессов.
29. Основные и вспомогательные стадии биотехнологического процесса.
30. Постферментационная стадия: процессы, выполняемые в постферментационную стадию.
31. Характеристика субстратов, используемых в биотехнологии: субстраты I-го, I-гоI и II-го поколений.
32. Понятие асептика в биотехнологических процессах. Классификация процессов по условиям асептики.
33. Методы оценки чистоты культур продуцентов: культурально-морфологический, биохимический и молекулярно-генетический.
34. Условия и питательные среды для культивирования клеток и тканей растений. Понятие тотипотентность каллусных культур и возможность получения растений регенерантов.
35. Закономерности роста и развития продуцентов в условиях периодического культивирования. Кривая роста.
36. Культивирование продуцентов в открытой биотехнологической системе. Турбидостатный, оксистатный, pH-статный и хемостатный способ контроля культивирования продуцентов.
37. Постферментационная стадия: методы выделения биомасс, вторичных и первичных метаболитов (сорбция, иммуносорбция).
38. Понятие экономический и метаболический коэффициенты, метод определения по продукту.
39. Макростехиометрические коэффициенты процесса ферментации.
40. Понятие о затратах субстрата на поддержание жизнедеятельности продуцентов.
41. Основные характеристики процесса роста продуцентов: скорость роста, время генерации, удельная скорость роста. Рост продуцентов в условиях глубинного и поверхностного культивирования.
42. Обобщенная технологическая схема получения биомасс продуцентов: на примере получения биомасс хлебопекарных, кормовых дрожжей и пробиотиков.
43. Дайте характеристику преимуществ и недостатков непрерывных процессов ферментации.
44. Особенности метаболизма аэробных микроорганизмов: использование неполных аэробных окислений в биотехнологии. Получение лимонной и уксусной кислот: возбудители, условия биосинтеза кислот.

45. Характеристика энтеробактерий. Использование энтеробактерий в биотехнологии получения микробных биомасс и генно-инженерных белков.
46. Ферментные препараты в биотехнологичесих процессах, использование биокатализа в процессах биотрансформации.
47. Дайте понятие блок-схем биотехнологических производств.
48. Культивирование микроорганизмов в замкнутой системе. Фазы роста и особенности физиологии продуцентов в различных фазах роста.
49. Особенности анаэробного метаболизма микроорганизмов. Использование молочнокислого брожения и пропионовокислого брожений в биотехнологических процессах.
50. Спиртовое брожение: продуценты – эукариоты: мицелиальные и дрожжевые грибы. Использование в биотехнологических процессах.
51. Маслянокислое брожение: возбудители, особенности физиологии. Использование в процессах биотехнологии для биоэнергетики.
52. Классификация моделей и входящих в них параметров. Основные направления моделирования процессов. Физические, вещественно-математические и логико-математические модели.
53. Требования, предъявляемые к математическим моделям в биотехнологии.
54. Блочный принцип математического моделирования биотехнологических систем.
55. Многофакторные кинетические уравнения с неразделяющимися переменными; со смешанными влияющими факторами.
56. Модели, учитывающие влияние субстрата на рост популяции микроорганизмов: модель Перта, модель Андрюса.
57. Модели, учитывающие влияние субстрата на рост популяции микроорганизмов: модель Кобозева и модель Блэкмана.
58. Модели, учитывающие влияние субстрата на рост популяции микроорганизмов: модель Кобозева и модель Блэкмана, модель Моно.
59. Модели, учитывающие влияние продуктов метаболизма на скорость роста культур: модель Иерусалимского.
60. Цели, методы и задачи оптимизации биотехнологических процессов. Определение факторов оптимизации. Методы математического планирования экспериментов.