



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



### Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.5. «ПРОМЫШЛЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»

Направление подготовки: 06.04.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Биотехнология и биоинформационные системы»

Квалификация выпускника: Магистр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета  
Протокол № 4 от 20.04.2024  
Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики  
Протокол № 15 от 17.04.2024  
Зав. кафедрой В.П. Саловарова

Иркутск 2024 г.

## Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины .....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины .....	
IV. Содержание и структура дисциплины .....	
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	6
4.3 Содержание учебного материала .....	8
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	8
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	10
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	11
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	11
а) перечень литературы .....	11
б) периодические издания .....	12
в) список авторских методических разработок .....	12
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	13
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	13
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	13
6.2. Программное обеспечение .....	14
6.3. Технические и электронные средства обучения .....	14
VII. Образовательные технологии .....	14
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации .....	16

стр.

## I. Цель и задачи дисциплины:

**Цель:** формирование у обучающихся знаний в области промышленной биотехнологии, возможности интенсификации промышленного биотехнологического производства с позиций современной науки, уровне применения генетических технологий для эффективного и экологически безопасного производства широкого круга биотехнологических продуктов и их использования при решении важнейших социально-экономических проблем.

### Задачи:

- сформировать представление о современном состоянии биотехнологических производств, используемых в отечественной и зарубежной практике;
- сформировать знания об основных объектах, методах, принципах технологического, аппаратного оформления и продуктах промышленной биотехнологии;
- ознакомить с основами разработки новых биотехнологических препаратов и подходов для решения практических, социальных и экономических проблем
- сформировать умение самостоятельного поиска и анализа информации, использованию ее в процессе научно-практической деятельности.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.5 «Промышленная биотехнология» относится к относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые при изучении дисциплин первой ступени высшего образования (бакалавриата) и магистратуры «Молекулярная биотехнология», «Биомедицинские технологии».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Современные аспекты биотехнологии», «Биотехнология лекарственных средств», выполнение ВКР.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (компетенции) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.04.01 «Биология»:

ПК-3: Способен анализировать и обобщать информацию, выдвигать гипотезы, логично формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по предмету и объекту исследования, готовить тексты научных публикаций, научных отчетов и определять сферы применения результатов научно-исследовательских работ

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<i>ПК-3</i> Способен анализировать и обобщать информацию, выдвигать гипотезы, логично формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по предмету и объекту исследования, готовить тексты научных публикаций, научных отчетов и определять сферы	<i>ИДК ПК-3.1</i> Знает основные методологические приемы изучения биологических явлений и процессов, системного анализа полученных научно-исследовательских данных и представления результатов в форме научных отчетов и публикаций в современных рейтинговых научных изданиях	<b>Знать:</b> современные проблемы промышленной биотехнологии; состояние и перспективы методов создания и совершенствования объектов биотехнологии, основные требования к биообъектам, используемых в промышленной биотехнологии, возможности интенсификации промышленного биотехнологического производства с точки зрения источника соединений с высоким рыночным потенциалом, роль

<p>применения результатов научно-исследовательских работ</p>		<p>биоэкономики в промышленных биотехнологиях, основные методы для контроля параметров биотехнологических процессов и оценки их безопасности, масштабирование процессов, важность базовых принципов ESG, направления применения промышленной биотехнологии при решении важнейших социально-экономических проблем;</p> <p><b>Уметь:</b> ориентироваться в современных направлениях биотехнологии, демонстрировать знание методов конструирования биообъектов и способов их культивирования, управления и масштабирования биотехнологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандарта и рынка, определять роль и перспективы развития биотехнологий в биоэкономике;</p> <p><b>Владеть:</b> методами анализа информации в области генетических технологий и промышленной биотехнологии, интеграции полученных знаний в проектную задачу, работы с биологическими базами данных, оценки эффективности процесса и способами представления результатов по изучению биологических систем, биотехнологических процессов, определения путей развития в форме докладов, презентаций, научных отчетов и публикаций.</p>
	<p><i>ИДК ПК-3.2</i>          Умеет формулировать научные гипотезы, логично и аргументировано отстаивать собственную позицию по предмету и объекту исследования, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, прогнозировать новые направления научных исследований и определять сферы применения результатов научно-исследовательских работ</p>	<p><b>Знать:</b> современные направления промышленной биотехнологии, конструирования промышленных продуцентов и условий их культивирования, аргументировано излагать собственную позицию по выбору объектов и технологий для получения биопродуктов.</p> <p><b>Уметь:</b> применять научные знания в области промышленной биотехнологии в профессиональной деятельности, прогнозировать новые направления научных исследований в области современных технологий и определять сферы применения результатов научно-исследовательских работ, применять нормативные документы, обеспечивающие биотехнологическое производство.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения методологических подходов для разработки биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, банками генетических последовательностей, отбора рекомбинантных штаммов и новых технологий для постановки и решения</p>

	<p><i>ИДК ПК 3.3</i>  Владеет навыками подготовки текстов научных публикаций, написания и формирования отчетов, создания алгоритмов и программного обеспечения по тематике проводимой научно-исследовательской работы</p>	<p>практических задач в сфере промышленных биотехнологий</p> <p><b>Знать:</b> современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей, способностью использовать базы данных, программные продукты и ресурсы;</p> <p><b>Уметь:</b> проводить поиск, анализ, аннотирование и реферирование современной научной литературы, создавать алгоритм исследования по выбору и использованию биологических систем и технологий;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с периодическими изданиями, подготовки материала для подготовки текстов научных публикаций, написания и формирования отчетов, реферата, доклада, презентации.</p>
--	---	--

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 22 часа на экзамен.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 6 часов.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Введение в дисциплину. Современное состояние и перспективы развития	2	8		2	2		4	Устный опрос, доклад-презентация
2	Тема 2. Биологические объекты и требования к биосистемам, используемым в промышленной биотехнологии	2	12		2	2		8	Устный опрос, доклад-презентация
3	Тема 3. Биотехнологические процессы и стадии биотехнологического производства	2	14,2		2	2	0.2	10	Устный опрос, доклад- презентация
4	Тема 4. ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция	2	12,2		2	2	0.2	8	Устный опрос, доклад-презентация
5	Тема 5. Биотехнологическое производство первичных и вторичных метаболитов	2	10,2		2	2	0.2	6	Устный опрос, доклад- презентация

6	Тема 6. Биотехнологическое производство микробного белка	2	10,2		2	2	0.2	6	Устный опрос, доклад-презентация
7	Тема 7. Биогеотехнологии и защита окружающей среды	2	12.2		2	2	0.2	8	Устный опрос, доклад-презентация

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2	Тема 1. Введение в дисциплину. Современное состояние и перспективы развития	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	1-2	4	Устный опрос, доклад-презентация	Раздел 5 а-г
2	Тема 2. Биологические объекты и требования к биосистемам, используемым в промышленной биотехнологии	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	3-4	8	Устный опрос, доклад-презентация	- « -
2	Тема 3. Биотехнологические процессы и стадии биотехнологического производства	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	5-6	10	Устный опрос, доклад-презентация	- « -
2	Тема 4. ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	7-8	8	Устный опрос, доклад-презентация	- « -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2	Тема 5. Биотехнологическое производство первичных и вторичных метаболитов	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	9-10	6	Устный опрос, доклад-презентация	- « -
2	Тема 6. Биотехнологическое производство микробного белка	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	11-12	6	Устный опрос, доклад-презентация	- « -
2	Тема 7. Биоготехнологии и защита окружающей среды	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	13-14	8	Устный опрос, доклад-презентация	- « -
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 50						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) -50						



## 4.3 Содержание учебного материала

### **Тема 1. Введение в дисциплину. Современное состояние и перспективы развития**

Понятие промышленной биотехнологии. Промышленная биотехнология как научная дисциплина. Цели и задачи промышленной биотехнологии, история развития. Природа и многообразие биотехнологических процессов. Современные методы, применяемые в промышленной биотехнологии.

Основные направления и примеры использования биотехнологий в различных отраслях. Условия применения и перспективы развития.

Экономические аспекты промышленной биотехнологии и возможности в решении экологических, энергетических проблем, продовольствия, охраны здоровья населения и окружающей среды. Определение, задачи и цели биоэкономики. Потенциала развития биоэкономики в мире - тренды и возможности. Роль и место биотехнологий в биоэкономике. Отечественные возможности развития биоэкономики.

### **Тема 2. Биологические объекты и требования к биосистемам, используемым в промышленной биотехнологии**

Разнообразие биологических объектов, используемых в промышленной биотехнологии. Понятие штаммов, отбор и требования к выбору штамма. Музеи штаммов. Метаболизм как источник соединений с высоким рыночным потенциалом. Метаболическая сеть. Сходства и различия метаболизма различных организмов. Общие представления о микробном метаболизме. Механизмы регуляции метаболизма.

Совершенствование биообъектов методами *in vivo* и *in vitro*. Методы генетической модификации микроорганизмов, мутагенез и селекция, генная инженерия, методы направленной модификации. Общая стратегия конструирования штаммов-продуцентов. Примеры создания штаммов-продуцентов ферментов. Развитие и современное состояние методов «редактирования» геномов микроорганизмов. Модификации геномов микроорганизмов-продуцентов – от использования рекомбинантных плазмид до редактирования целевого участка бактериальных хромосом методами рекомбинирования. Метаболическая инженерия, как новый подход в биотехнологическом производстве. Достижения синтетической биологии и ее вклад в успехи системной метаболической инженерии. Разработка стратегии современного конструирования штамма-продуцента.

Патентование штаммов и их депонирование в коллекциях. Цель, задачи, суть процедуры, формы депонирования.

### **Тема 3. Биотехнологические процессы и стадии биотехнологического производства**

Разнообразие биотехнологических процессов (ферментация, биокатализ, биосорбция, биотрансформация, биоокисление, биокомпостирование и др.). Основные принципы культивирования биологических объектов в лабораторных и промышленных условиях.

Аппаратное оформление микробиологических производств. Общая цепочка технологического процесса. Подбор и подготовка питательных сред и физико-химических условий биотехнологического процесса. Подготовка посевного материала, питательных сред. Процесс ферментации и контроль ее проведения. Описание необходимого оборудования для производства биопрепаратов. Биореакторы периодического и непрерывного действия. Подходы к выделению, очистке и получению готовых препаративных форм биотехнологических продуктов.

Система контроля биологической безопасности. Предсказание негативных техногенных сценариев и возможный сценарий их предотвращения.

Лабораторное моделирование – неотъемлемая и обязательная часть разработки новых и оптимизации любых существующих технологий. Понятие лабораторного регламента. Понятие о масштабировании процессов. Особенности лабораторного и промышленного регламента.

Нормативные документы, регламентирующие биотехнологические производства.

#### **Тема 4. ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция**

Понятие и определение устойчивого развития. Цели и задачи устойчивого развития. Концепция устойчивого развития. Индикаторы устойчивого развития и способы их определения. Объекты оценивания и рейтинг устойчивого развития. Инструменты и применение интегрированных методов для достижения устойчивого развития в отраслях экономики. Результаты на примере конкретных направлений.

Понятие ESG. Параметры и критерии. Базовые принципы ESG и их важность. Влияние ESG-инвестиций на рынок. ESG-интеграция, оценка рисков и возможностей. Способы внедрения принципов ESG.

Актуальные экологические проблемы. Биотехнологии для решения актуальных проблем экологии. Совершенствование химических процессов в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду.

Национальные проекты и перспективы дальнейшего внедрения принципов ESG. Экономические, правовые и экологические аспекты биотехнологического производства фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов. Органическая продукция - суть, распределение.

#### **Тема 5. Биотехнологическое производство первичных и вторичных метаболитов**

Производства, основанные на получении микробных метаболитов. Принципы получения первичных метаболитов. Биотехнологическое производство первичных метаболитов на примере аминокислот, ферментов, витаминов, липидов, стероидов, полисахаридов, органических кислот.

Производства, основанные на получении вторичных микробных метаболитов. Принципы получения вторичных метаболитов. Биотехнологическое производство вторичных метаболитов на примере антибиотиков.

Особенности биотехнологических процессов получения биологически активных соединений, пробиотиков и пребиотиков.

Нормативные документы, регламентирующие биотехнологические производства фармацевтического профиля. Системы GLP, GCP и GMP.

#### **Тема 6. Биотехнологическое производство микробного белка**

Перспектива и экономическая целесообразность технологии производства пищевого и кормового белка. Биотехнологическая схема производства микробного белка. Использование бактерий, грибов, водорослей для производства пищевого и кормового белка. Требования, предъявляемые к штаммам –продуцентам микробного белка.

#### **Тема 7. Биогеотехнологии и защита окружающей среды**

Определение биогеотехнологии и биогидрометаллургии. Разнообразие микроорганизмов, используемых в биогеотехнологических процессах, их биогеохимическая и биотехнологическая роль. Основные принципы биогидрометаллургических технологий. Технологии получения цветных и благородных металлов из сульфидных руд. Микробиологические методы повышения нефтеотдачи. в процессе разработки нефтяного месторождения. Основные группы микроорганизмов нефтяных пластов. Типы метаногенеза в нефтяных пластах.

Биовыщелачивание сульфидных руд и концентратов. Кучное и реакторное биовыщелачивание, особенности разных типов минерального сырья и их влияние на выбор технологии переработки. Аппаратурное оформление промышленных технологий биовыщелачивания.

Общая схема и основные этапы очистки сточных вод. Понятие «активный ил». Общие представления об основных микробиологических процессах – аэробные и анаэробные

гетеротрофные микроорганизмы, нитрификация, денитрификация, анаммокс, фосфатаккумуляция, сульфатредукция, метаногенез. Технологии очистки – биофильтры, гранулированные илы, очистка от цианидов, анаэробное окисление метана, очистка воздуха от аммония и сероводорода.

Переработка органической фракции промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов. Конверсия растительного сырья. Переработка биоразлагаемой органической фракции муниципальных и сельскохозяйственных отходов методом компостирования. Метантенки, анаэробное сбраживание, субстраты для анаэробного сбраживания. Классификация технологий анаэробного сбраживания.

Понятие биоремедиация почв и водоемов. Факторы, влияющие на скорость самоочищения почвы и эффективность применения биопрепаратов в почве и водной среде. Параметры, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов. Способы захоронения жидких радиоактивных отходов. Методы борьбы с загрязнением пластиком. Возможности использования микробиологических методов для биоремедиации почв и водоемов, загрязненных тяжелыми металлами.

### Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Введение в дисциплину. Современное состояние и перспективы развития		2	Устный опрос, доклад-презентация	<b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
2	Тема 2	Биологические объекты и требования к биосистемам, используемым в промышленной биотехнологии		2	Устный опрос, доклад-презентация	<b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
3	Тема 3	Биотехнологические процессы и стадии биотехнологического производства		2	Устный опрос, доклад-презентация	<b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
4	Тема 4	ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция		2	Устный опрос, доклад-презентация	<b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
5	Тема 5	Биотехнологическое производство первичных и вторичных метаболитов		2	Устный опрос, доклад-презентация	<b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
6	Тема 6	Биотехнологическое производство микробного белка		2	Устный опрос, доклад-презентация	<b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>

7	Тема 7	Биогеотехнологии и защита окружающей среды		2	Устный опрос, доклад-презентация Контрольные вопросы	<b>ПК-3</b> <i>ИДК ПК3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
---	--------	--	--	---	---	--

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Тема 1. Введение в дисциплину. Современное состояние и перспективы развития	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-3	ПК-3: <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
2	Тема 2. Биологические объекты и требования к биосистемам, используемым в промышленной биотехнологии	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-3	ПК-3: <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
3	Тема 3. Биотехнологические процессы и стадии биотехнологического производства	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-3	ПК-3: <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
4	Тема 4. ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-3	ПК-3: <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
5	Тема 5. Биотехнологическое производство первичных и вторичных метаболитов	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-3	ПК-3: <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
6	Тема 6. Биотехнологическое производство микробного белка	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-3	ПК-3: <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>
7	Тема 7. Биогеотехнологии и защита окружающей среды	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу 3. Подготовка к тестированию	ПК-3	ПК-3: <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК3.3</i>

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов преследует следующие цели:

- совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования;
- углубление и расширение знаний по предмету.

По дисциплине «Промышленная биотехнология» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- а) Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой;
- б) подготовка к контрольному опросу на практических занятиях;
- в) подготовка устных докладов с презентацией;
- г) подготовка к тестированию по отдельным разделам дисциплины

*Письменные работы.* Для самостоятельного изучения тем рекомендуется использовать рекомендованную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме.

*Устный доклад* – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

*Рекомендации по подготовке презентации.*

Презентации — способ представления информации, сочетающий в себе текст, гипертекстовые ссылки, компьютерную анимацию, графики, видео, музыку и звуковой ряд, которые организованы в единую среду. Презентация имеет сюжет, сценарий и структуру, организованную для удобного восприятия информации. Отличительной особенностью презентации является её интерактивность, то есть создаваемая для пользователя возможность взаимодействия через элементы управления.

Презентация всегда состоит из двух основных компонентов: информации, которую выступающий хочет донести до аудитории, и манеры изложения. Написанный на бумаге текст помогает более четко и последовательно изложить материал. Презентации обычно делают в PowerPoint, в Impress, либо в Acrobat. Желательно придерживаться принципа: один слайд - одна мысль. Титульный слайд должен содержать название презентации, её автора, контактную информацию автора. На втором слайде обычно представлен план презентации, основные разделы или вопросы, которые будут рассмотрены. Остальные слайды нужно строить по модели: тезис - аргументы – вывод. Выводы всегда должны быть

даны ясно и лаконично на отдельном слайде. Предпоследний слайд должен содержать информацию об использованных источниках литературы, интернет-ресурсах. Последний слайд может повторять титульный с добавлением фразы «Спасибо за внимание!»

На слайды должны попасть только самые важные тезисы и данные, а также графический материал: диаграммы, рисунки, фотографии. Старайтесь делать слайды на однородном светлом фоне с более контрастным текстом. Ключевые слова в предложении лучше выделять жирным шрифтом или цветом. Текст пишите крупно, плотно набранный текст сложнее воспринимается.

#### *Содержание и форма отчета по практической работе*

Отчет по практической работе должен включать следующие разделы:

1. НАЗВАНИЕ РАБОТЫ
2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ
3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В данном разделе приводятся характеристики исследуемого объекта в соответствии с индивидуальным заданием, дается перечень использованных в работе компьютерных программ, иных электронных ресурсов и баз данных; описание методик. Не следует включать материалы, не использованные в работе.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В данном разделе приводятся результаты работы в виде таблиц, рисунков и схем. Дается обсуждение результатов работы: адекватность результатов поставленным задачам, интерпретация результатов с позиции основных биологических теорий и т.д.

5. ВЫВОДЫ

**4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов):** не предусмотрены учебным планом.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) перечень литературы**

1. Биотехнология [Текст]: в 2 ч.: учеб. и практикум для академического бакалавриата / ред.: Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Юрайт, 2018 (25 экз.)
2. Введение в биотехнологию [Электронный ресурс]: учеб. для вузов по напр. "Биология" и смежным напр./ А. И. Нетрусов. - ЭВК. -М.: Академия, 2014. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 20 доступов. -ISBN 978-5-4468-0345-3
3. Саловарова, В. П. Эколого-биотехнологические основы конверсии растительных субстратов. учеб. пособие для студ. вузов / В. П. Саловарова; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - 2-е изд., перераб. и доп. М. Энергия, 2006- 543с. ISBN-598908-001-4 (45 экз)
4. Огарков Б. Н. Мусота - основа многих биотехнологий [Электронный ресурс] / Б. Н. Огарков. - ЭВК. - Иркутск: Время странствий, 2011. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-91344-259-8 (10 экз.) +
5. Ксенофонтов Б. С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии [Электронный ресурс] / Б. С. Ксенофонтов. - ЭВК. - М.: Инфра-М, 2015. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8199-0615-6. - ISBN 978-5-16-010286-3+
6. Орехов С.Н. Биотехнология / С. Н. Орехов, И. И. Чакалева - М.: Академия, 2016. - 282 с. - ISBN 978-5-4468-3442-6 (11 экз.)+
7. Чхенкели В.А. Биотехнология / В. А. Чхенкели. - СПб.: Проспект науки, 2014. - 335 с. - ISBN 978-5-906109-06-4 (5 экз.)+
8. Егорова, Т.А. Основы биотехнологии. учеб. пособие для студ. вузов / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2006. - 208 с. ISBN 5-7695-2808-7 (28 экз.)+

#### **б) периодические издания**

«Биотехнология», «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», «Микробиология», «Молекулярная биология», «Прикладная биохимия и микробиология», «Антибиотики и химиотерапия»

#### **в) список авторских методических разработок:**

1. Саловарова, В. П. Эколого-биотехнологические основы конверсии растительных субстратов. учеб. пособие для студ. вузов / В. П. Саловарова; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - 2-е изд., перераб. и доп. М. Энергия, 2006. - 543с. ISBN-598908-001-4 (45 экз)
2. Приставка А.А. Большой практикум по биоинженерии и биоинформатике. В 3 ч. Ч. 1. Белки: учеб.-метод. пособие / А.А. Приставка, В.П. Саловарова. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 121 с.

#### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://www.elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
2. <https://cyberleninka.ru> – российская научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)
4. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
5. ЭБС «Руконт». Адрес доступа <http://rucont.ru/>
6. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
7. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>
8. ЭБС Издательского центра «Академия». Адрес доступа: <http://www.academia-moscow.ru>
9. Google Scholar –Поисковая система по научной литературе.
10. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News.
11. <http://www.emolecules.com/> - поиск соединений в комбинаторных базах данных
12. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - NCBI (National Center Biotech Information)
13. <http://www.rcsb.org/pdb/> - база данных по структуре белков PDB (Protein 3D Structure database)
14. <http://www.tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
15. <http://molbiol.ru/protocol/> - описание большого количества физико-химических и молекулярно-генетических методов.
16. <http://www.uspto.gov/> - просмотр патентов на United States Patents and Trademark office.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Материально-техническое обеспечение дисциплины базируется на следующих ресурсах:

- - Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Биотехнология»: проектор Epson EB-X05, экран Digis; *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Промышленная биотехнология»

- Аудитория для проведения занятий практического типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* и оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория органической химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт., Камеры для горизонтального электрофореза-1шт, Трансиллюминатор-1шт., Водяная баня -1шт, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Промышленная биотехнология».

- Аудитория для проведения занятий практического типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. Термошейкер -1шт; Настольная центрифуга (черепашка)-1шт.,Магнитная мешалка с нагревом -1 шт., Орбитальная мешалка -1шт., весы аналитические HR-200 – 1 шт., весы лабораторные ОНАУС – 2 шт., рефрактометр ИРФ 454Б2М – 1 шт., рефрактометр УРП – 1 шт., фотоэлектрокалориметр КФ 77 – 1шт., центрифуга лабораторная ОПК-8 – 1 шт., центрифуга лабор-я, медицин-я, настольная ЦЛн 16 с микропроцес-ной системой управл – 1 шт., спектрофотометр СФ-2000, ферментер Minifors Spesco бактериальный – 1шт., термостат WB4MS водный /с перемешиванием/ - 1 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 1 шт., служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине « Промышленная биотехнология».

- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована *техническими средствами обучения*: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным



доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

-Лаборатория биохимии и биотехнологии. Хроматограф жидкостный микроколоночный "Милихром-6"; Нанофотометр Pearl - 1шт; Ферментер Minifors Spesco бактериальный-1шт; служащими для представления учебной информации по дисциплине «Промышленная биотехнология»

- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: специализированной мебелью на 8 посадочных мест; Вытяжной шкаф – 1шт., Ламинарный шкаф – 2 шт., Термостат ТС-80 – 2 шт., Лабораторный стол металлический – 3 шт., Лабораторный стол с резиновой поверхностью – 2 шт., Холодильник «Атлант» – 1шт. Микроскоп монокулярный – 8 шт, Микроскоп "Биолам"-1 шт., Стерилизатор паровой ВК-75 ПТ "ТЗМОИ" – 1шт., Пипетка автоматическая Ленпипет 0,5-10 м"-1 шт., Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870T тринокуляр"-1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт., Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт.

### **6.2. Программное обеспечение:**

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.

Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

### **6.3. Технические и электронные средства:**

- Презентации по темам курса;
- Система электронного тестирования на базе образовательного портала Educa

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для освоения дисциплины «Промышленная биотехнология» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

- *Лекция-визуализация.* Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.

- *Проблемная лекция.* В отличие от содержания информационной лекции, которое предлагается преподавателем в виде известного, подлежащего лишь запоминанию материала, на проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы,

которую в ходе изложения материала необходимо решить. Лекция строится таким образом, что познания обучающегося приближаются к поисковой, исследовательской деятельности. Здесь участвуют мышление обучающегося и его личностное отношение к усваиваемому материалу.

- *Лекция-беседа*. Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.

- *Семинар-исследование*. Технология проведения такого семинара может быть различной, в зависимости от того, какой метод заложен в его основу. В рамках дисциплины «Экология микроорганизмов» проводится семинар с подготовкой и заслушиванием рефератов по актуальным проблемам теории и практики и последующим их обсуждением.

- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).

- *Дистанционные образовательные технологии*. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Экология микроорганизмов» используются следующие технологии:

- кейсовая технология – форма дистанционного обучения, основанная на предоставлении обучающимся информационных образовательных ресурсов в виде специализированных наборов учебно-методических комплексов с использованием различных видов носителей информации (кейсов);

- интернет-технология – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Для входного контроля оценки уровня знаний студентов используются по основным разделам биохимии, цитологии, генетики и молекулярной биологии.

### ***Оценочные материалы текущего контроля***

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета. В рамках дисциплины «Промышленная биотехнология» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- защита докладов;
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- контрольные вопросы;
- перечень тем докладов;
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС);
- перечень экзаменационных вопросов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-3 (см. п. III). Студенты, не выполнившие задания текущего контроля или получившие за них

оценку «не удовлетворительно», до промежуточной аттестации не допускаются, пока не будут ликвидированы все задолженности.

## **Вопросы для проведения текущего контроля**

1. Какие соединения относятся к первичным и вторичным метаболитам?
2. Перечислите определяющие факторы биотехнологического процесса.
3. Какие этапы составляют промышленный биотехнологический процесс?
4. Расскажите о подготовительной стадии промышленного биотехнологического процесса.
5. Какая стадия является основной стадией биотехнологических производств?
6. Что является главной целью биотехнологической стадии и какие методы используются для ее проведения?
7. Сколько продуктов может быть получено в конце биотехнологической стадии?
8. Какие методы можно использовать для отделения жидкости от биомассы?
9. Какие методы следует использовать для выделения продуктов, полученных на биотехнологической стадии?
10. Что собой представляют биотехнологические отходы?
11. Что такое паспорт культуры?
12. В чем разница между глубоинной и поверхностной ферментацией?
13. Классификация антибиотиков по происхождению, по химической структуре и по механизму действия.
14. Каковы пути создания высокопродуктивных продуцентов антибиотиков?
15. Какую опасность представляют хромосомная и плазмидная резистентность?
16. Основные задачи промышленной биотехнологии.
17. Современные методы, применяемые в промышленной биотехнологии.
18. Разнообразие биологических объектов, используемых в промышленной биотехнологии.
19. Современные методы редактирования геномов микроорганизмов.
20. Постгеномные X-омные технологии как экспериментальная основа системной биологии и системной метаболической инженерии.
21. Методы метагеномики. Установление видового состава микробного сообщества.
22. Разнообразие и структура геномов прокариот и эукариот.
23. Особенности биологии одноклеточных водорослей, применяемых в промышленной биотехнологии.
24. Особенности биологии бактерий, применяемых в промышленной биотехнологии.
25. Систематическое положение, особенности биологии грибов, применяемых в промышленной биотехнологии.
26. Основные принципы культивирования биологических объектов в лабораторных условиях.
27. Основные принципы культивирования биологических объектов в промышленных условиях.
28. Подбор питательных сред для оптимизации биотехнологического процесса.
29. Подбор физико-химических условий для оптимизации биотехнологического процесса.
30. Разнообразие биотехнологических процессов.
31. Ферментация.
32. Биокатализ.
33. Биоокисление.
34. Биокомпостирование.
35. Биосорбция.
36. Бактериальное выщелачивание.
37. Биодegradация.

38. Основные принципы действия лабораторных ферментеров
39. Основные принципы действия промышленных ферментеров.
40. Биореакторы периодического и непрерывного действия.
41. Подготовка сырья для биотехнологического производства.
42. Подготовка биологических объектов для биотехнологического производства.
43. Выделение и очистка целевых продуктов.
44. Приготовление товарных форм продуктов.
45. Отделение биомассы от культуральной жидкости.
46. Физические, химические, биологические методы разрушения клеток.
47. Отделение и очистка целевого продукта.
48. Концентрирование и обезвоживание целевого продукта.
49. Пути модификации и методы стабилизации целевого продукта.
50. Требования, предъявляемые к промышленным штаммам.
51. Совершенствование биообъектов методами *in vivo*.
52. Совершенствование биообъектов методами *in vitro*.
53. Перспектива и экономическая целесообразность использования микроорганизмов в технологии производства пищевого и кормового белка.
54. Биотехнологическая схема производства микробного белка.
55. Использование бактерий, грибов, водорослей для производства пищевого и кормового белка.
56. Биотехнологическое производство первичных метаболитов. Принципы получения первичных метаболитов на примере аминокислот.
57. Биотехнологическое производство вторичных метаболитов. Принципы получения вторичных метаболитов на примере антибиотиков.
58. Процесс анаэробного сбраживания для получения биогаза и других ценных продуктов метаболизма.
59. Виды, объем агроотходов и практический пример реализации компостирования
60. Факторы, влияющие на скорость самоочищения почвы и эффективность применения биопрепаратов в почве и водной среде.
61. Основные процессы, лежащие в основе технологий очистки сточных вод.
62. Классификация и принцип выбора биотехнологий повышения нефтеотдачи пластов.
63. Биогидрометаллургия и ее преимущества для переработки конкретных типов минерального сырья
64. Лабораторный и промышленный регламент. Характерные особенности.
65. Принципы систем GLP, GCP и GMP.
66. Цели патентования штаммов, особенности и формы депонирования
67. Определение устойчивого развития и органической продукции. Содержание аббревиатуры ESG.
68. Потенциал развития биоэкономики в мире - тренды и возможности
69. Практическое применение и влияние биоэкономики на производственные процессы
70. Биологическая безопасность. Контроль, негативные сценарии, способы предотвращения.

### ***Перечень тем устных докладов- презентаций***

1. Современные проблемы биотехнологии
2. Методологические основы исследований в биотехнологии,
3. Моделирование и оптимизация в биотехнологии
4. Основные методы биотехнологии и инженерно-техническое обеспечение биотехнологических процессов
5. Микробное выщелачивание
6. Биотехнологические приемы переработки вторичных сырьевых ресурсов
7. Технология белковых и биологически активных веществ

8. Технология биотоплива
9. Биодegradация токсичных соединений и утилизация биомассы
10. Биоконверсия сырья природного происхождения
11. Технология производства биогаза и биотоплива из отходов сельского хозяйства
12. Биологическая переработка промышленных отходов
13. Технологические особенности производства кормовой биомассы на нефтяных дистиллятах и природном газе
14. Промышленное получение ферментных препаратов
15. Получение энтомопатогенных препаратов, особенности организации производства.
16. Биотехнологии, применяемые для обогащения горных пород в металлургии.
17. Получение экологически чистых биопластиков
18. Получение микробных препаратов – удобрений почв, стимуляторов и регуляторов роста растений
19. Биотехнологические процессы получения органических кислот
20. Получение продуктов брожения. Интенсивные технологии получения биоэтанола.
21. Общая стратегия конструирования промышленных штаммов-продуцентов
22. Особенности использования процессов генетических технологий в промышленных биотехнологиях
23. Использование природных и генномодифицированных штаммов микроорганизмов в биотехнологических процессах получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов
24. Направления развития отраслей биоэкономики и её роль в обеспечении устойчивого развития
25. Основные микробиологические процессы и микробные консорциумы, используемые в технологиях защиты окружающей среды

### ***Тесты для текущей аттестации***

#### **1. Понятию «биообъект» соответствуют следующие определения**

1. Организм, на котором испытываются новые биологически активные вещества
2. Организм, вызывающий контаминацию биотехнологического оборудования
3. Фермент, используемый в аналитических целях
4. Организм, продуцирующий биологически активные соединения

#### **2. Компонентами биотехнологической системы являются**

1. Сырье, субстрат, фермент, оборудование, технологический режим;
2. Субстрат, фермент, оборудование, технологический режим, продукт;
3. Сырье, биологический агент, оборудование, технологический режим, продукт.

#### **3. В среды для культивирования биологических агентов вносят**

1. источники углерода, источники азота, макроэлементы;
2. Источники азота, макроэлементы, БАВ;
3. Источники углерода, микроэлементы, ПАВ.

#### **4. Для непрерывного процесса культивирования важно знать**

1. концентрацию биомассы;
2. коэффициент разбавления;
3. удельную скорость потребления субстрата.

#### **5. В хемостате состояние равновесия достигается:**

1. путем удаления биомассы и замещения ее свежей средой;
2. путем регулирования поступления лимитирующих рост субстратов;

3. путем удаления образовавшегося продукта.

**6. Методы отделения биомассы от культуральной жидкости:**

1. сепарирование, фильтрация, осаждение;
2. сепарирование, лиофилизация, диализ;
3. фильтрация, осаждение, диализ.

**7. Выберите наиболее полное определение биотехнологии:**

1. наука о промышленном получении биологически активных веществ;
2. наука об использовании биологических объектов в промышленности;
3. наука об использовании биологических объектов для получения биологически активных веществ и об охране окружающей среды;
4. наука, использующая достижения генетической, клеточной инженерии и других биологических и смежных наук для создания штаммов-продуцентов биологически активных веществ;
5. наука, использующая результаты фундаментальных исследований в области биологических, химических и технических дисциплин.

**8. Штаммы микроорганизмов, продуцирующие аминокислоты, могут быть созданы с использованием:**

1. мутагенеза, конъюгации;
2. мутагенеза, слияния протопластов;
3. размножения спорами, трансформации;
4. все ответы верны;
5. правильного ответа нет.

**9. Мишенью для физических и химических мутагенов в клетке биообъектов являются**

- ДНК;
- ДНК-полимераза;
- РНК-полимераза;
- информационная РНК.

**10. Субстратами рестриктаз, используемых генным инженером, являются:**

- гомополисахариды;
- гетерополисахариды;
- нуклеиновые кислоты;
- белки.

**11. «Ген-маркер» необходим в генетической инженерии:**

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

**12. Фермент лигаза используется в генетической инженерии, так как:**

- скрепляет вектор с оболочкой клетки хозяина;
- катализирует включение вектора в хромосому клеток хозяина;
- катализирует ковалентное связывание углеводно-фосфорной цепи ДНК гена с ДНК вектора;
- катализирует замыкание пептидных мостиков в пептидогликане клеточной стенки.

**13. Биотехнологу «ген-маркер» необходим:**

- для повышения активности рекомбинанта;
- для образования компетентных клеток хозяина;
- для модификации места взаимодействия рестриктаз с субстратом;
- для отбора рекомбинантов.

**14. Таргет:**

- сайт на поверхности клетки
- промежуточная мишень, внутри клетки;

- конечная внутриклеточная мишень;
- функциональная группа макромолекул.

**15. Цель секвенирования генома – установление:**

- размеров генома
- последовательности нуклеотидов
- содержания А-Т
- соотношения А-Т/ГЦ пар нуклеотидов
- изменения метаболизма

**16. Возникновение геномики как научной дисциплины стало возможным после:**

- установления структуры ДНК;
- создания концепции гена;
- дифференциации регуляторных и структурных участков гена;
- полного секвенирования генома у ряда организмов.

**17. Протеомика характеризует состояние микробного патогена:**

- по ферментативной активности;
- по скорости роста;
- по экспрессии отдельных белков;
- по нахождению на конкретной стадии ростового цикла.

**18. Объединение геномов клеток разных видов и родов возможно при соматической гибридизации**

- только в природных условиях;
- только в искусственных условиях;
- в природных и искусственных условиях.

**19. Преимуществами генно-инженерного инсулина являются:**

- высокая активность;
- меньшая аллергенность;
- меньшая токсичность;
- большая стабильность.

**20. Преимущества получения видоспецифических для человека белков путем микробиологического синтеза:**

- простота оборудования;
- экономичность;
- отсутствие дефицитного сырья;
- снятие этических проблем.

***Оценочные материалы для промежуточной аттестации***

Форма промежуточной аттестации - *экзамен*.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля. Студенты, имеющие задолженность по текущему контролю, должны выполнить все обязательные виды деятельности по учебному плану, и только затем допускаются к сдаче экзамена. Экзамен проводится в форме устного собеседования.

Оценка ответа осуществляется в соответствии со следующими критериями: полнота ответа на вопросы экзаменационного билета, степень владения материалом, изложенного в основных и дополнительных источниках литературы, степень владения профессиональной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины; полнота ответов на дополнительные вопросы.

Критерии оценки сформированности компетенций

Процент результативность	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	Балл	Вербальный аналог

<b>и (правильных ответов)</b>			
86 - 100	86 - 100	«отлично»	«зачтено»
70 - 85	70 - 85	«хорошо»	
50 - 69	50 - 69	«удовлетворительно»	
менее 50	менее 50	«неудовлетворительно»	«не зачтено»

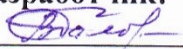
### ***Примерный список вопросов к экзамену***

1. Биотехнология как научная дисциплина. Определения. Генетическая связь с другими науками. Этапы становления биотехнологии.
2. Предпосылки возникновения и развития биотехнологии как науки и сферы производства.
3. Виды биологических объектов, применяемых в биотехнологии, их классификация и характеристика.
4. Подбор и требования к объектам для биотехнологических процессов. Методы хранения биологических объектов. Подготовка биологических объектов к культивированию
5. Основные генетические процессы в клетках микроорганизмов и их регуляция.
6. Разнообразие и структура геномов прокариот и эукариот.
7. Современные методы редактирования геномов микроорганизмов
8. Постгеномные X-омные технологии как экспериментальная основа системной биологии и системной метаболической инженерии.
9. Особенности штаммов-продуцентов, используемых для получения лекарственных препаратов
10. Биокатализ. Характеристика. Преимущества и недостатки применения ферментов в качестве катализаторов. Сферы практического применения. Промышленные биокатализаторы на основе индивидуальных ферментов и полиферментных комплексов
11. Биотехнологические процессы, их классификация и требования, предъявляемые к ним.
12. Структурная организация биотехнологического производства. Отличительные особенности биотехнологического производства от традиционных технологий. Преимущества и недостатки биотехнологических производств.
13. Регламент биотехнологического производства. Понятие. Разделы. Характеристика.
14. Питательные среды, применяемые в биотехнологическом производстве: классификация, характеристика. Составные компоненты питательных сред, их назначение. Технология приготовления и методы стерилизации питательных сред.
15. Принципы создания и обеспечения условий асептики в биотехнологическом производстве. Методы стерилизации, их характеристика.
16. Этапы и технология получения посевного материала в биотехнологическом производстве. Чистая культура. Элективная (накопительная) культура.
17. Стадия ферментации в биотехнологическом производстве. Характеристика. Классификация процессов ферментации.
18. Основные параметры глубинной периодической ферментации
19. Биотехнологические процессы и аппараты непрерывного действия
20. Принципы технического оснащения биотехнологических производств. Аппаратурное оформление стадии ферментации. Системы регуляции процесса ферментации.
21. Критерии подбора ферментеров в зависимости от целей реализации биотехнологического процесса. Классификации биореакторов.
22. Методы выделения и очистки целевых продуктов, образующихся в биотехнологических процессах, в зависимости от их локализации



23. Параметры и средства контроля в биотехнологическом производстве. Общие требования к методам и средствам контроля, применяемым в биотехнологическом производстве. Современное состояние методов и средств автоматического контроля в биотехнологическом производстве.
24. Аспекты биотехнологического производства ферментных препаратов. Этапы и аппаратное оформление стадий процесса. Методы выделения и очистки целевого продукта. Оценка качества ферментных препаратов.
25. Преимущества иммобилизованных биологических объектов. Сферы практического применения иммобилизованных биологических объектов (ферментов, клеток). Сорбенты, применяющиеся для иммобилизации ферментов и целых клеток: классификация, характеристика и требования, предъявляемые к ним.
26. Производства, основанные на получении микробных метаболитов. Понятие о первичных и вторичных метаболитах. Принципы получения первичных и вторичных метаболитов.
27. Биотехнологическое производство аминокислот.
28. Классификация антибиотических веществ, продуцируемых микроорганизмами. Основные продуценты антибиотиков. Биотехнологические схемы получения антибиотиков.
29. Интенсивные технологии получения биоэтанола.
30. Биотехнологии, применяемые для обогащения горных пород в металлургии.
31. Получение экологически чистых биопластиков
32. Получение микробных препаратов – удобрений почв, стимуляторов и регуляторов роста растений
33. Биотрансформация растительных субстратов с целью получения биотоплива
34. Получение водорода, перспективы и проблемы.
35. Биотехнология биологически активных веществ
36. Микробное выщелачивание.
37. Белки одноклеточных организмов, проблемы и перспективы получения
38. Биодegradация токсичных соединений и утилизация биомассы
39. Биоконверсия сырья природного происхождения
40. Технология производства биогаза и биотоплива из отходов сельского хозяйства
41. Биологическая переработка промышленных отходов
42. Технологические особенности производства кормовой биомассы на нефтяных дистиллятах и природном газе
43. Роль и место биотехнологий в биоэкономике.
44. Влияние ESG на рынок - оценка рисков, интеграция, возможности.
45. Суть технологий очистки сточных вод.

**Разработчик:**

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

профессор

В.П. Саловарова

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.04.01 Биология.

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 17.04.2024 г. протокол № 15.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Саловарова 

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*