



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.О.42 «БИОТЕХНОЛОГИЯ»**

Специальность: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Специализация: «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

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

Согласовано с УМК биологического факультета

Протокол № 5 от 24 марта 2025 г.

Председатель Матвеев А.Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики

Протокол № 12 от 19 марта 2025 г.

Зав. кафедрой Саловарова В.П. Саловарова

Иркутск 2025 г.

Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины	5
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	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	12
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	13
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	14
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14
а) перечень литературы	14
б) периодические издания	16
в) список авторских методических разработок	16
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	17
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	19
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	19
6.2. Программное обеспечение	20
6.3. Технические и электронные средства обучения	20
VII. Образовательные технологии	20
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	21

I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: формирование понимания роли биотехнологии в решении глобальных проблем человечества, а также ознакомление с уровнем научных достижений в области биотехнологии, с современными биотехнологическими методами, принципами организации биотехнологического производства и перспективами развития биотехнологической отрасли.

Задачи:

- рассмотреть современное состояние, основные виды современных биотехнологий, их проблемы, а также перспективные направления развития отрасли;
- ознакомить с основными методами, возможностями использования живых систем и биомолекул в различных отраслях производства, а также условиями биобезопасности, применительно к используемым биообъектам и целевым продуктам;
- изучить принципы организации отдельных биотехнологических производств, критерии оценки биотехнологических процессов, обработки научных данных и планирования исследований.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Дисциплина Б1. О.42 «Биотехнология» является дисциплиной базовой части учебного плана подготовки специалистов по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», которая изучается в 7-м семестре после освоения базовых биологических дисциплин.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания студентов в области химии, математики, наук о биологическом разнообразии, клеточной биологии, биохимии, генетики, биофизики, молекулярной биологии, физиологии, иммунологии, общей экологии.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Биотехнология лекарственных средств», «Нанобиотехнологии», «Биоинженерные технологии в медицине», 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 специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»,

ОПК-3: Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований.

ОПК-4; Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования.

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы	ИДК опк 31 Проводит экспериментальную работу с организмами и клетками с использованием физико-химических методов исследования макромолекул	Знать: современные достижения фундаментальных биологических наук, методы исследования живых организмов, макромолекул, культур клеток и биологических процессов, их использования для получения полезных продуктов и решения важнейших социально-экономических проблем;

<p>исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований</p>		<p>Уметь: ориентироваться в современных направлениях биологических технологий, методах работы с живыми системами и биомолекулами, методах исследования биотехнологических продуктов и безопасности биопрепаратов.</p> <p>Владеть: базовой терминологией дисциплины, знаниями использования, культивирования и хранения биообъектов; методами анализа макромолекул и биологических процессов для получения биопрепаратов.</p>
	<p><i>ИДК опк 3.2</i> Демонстрирует практические навыки математических методов обработки результатов экспериментальных исследований</p>	<p>Знать: Основы математических методов обработки результатов экспериментальных исследований, стандарты лабораторной безопасности</p> <p>Уметь: применять полученные знания для выполнения исследований с живыми системами и биомолекулами;</p> <p>Владеть: Навыками критической оценки достоверности результатов экспериментальных исследований</p>
	<p><i>ИДК опк 3.3</i> Владеет опытом применения методов для исследования макромолекул, обработки результатов биологических исследований, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: основные методы работы с живыми системами и биомолекулами, методы исследования, обработки результатов, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.</p> <p>Уметь: обосновывать целесообразность применения живых систем, биомолекул; биологических процессов и биотехнологических продуктов, оценивать биобезопасность;</p> <p>Владеть: навыками анализа биотехнологического процесса и обработки результатов исследований</p>
<p>ОПК-4; Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования.</p>	<p><i>ИДК опк 4.1</i> Демонстрирует навыки использования методов биоинженерии и биоинформатики для получения новых фундаментальных знаний</p>	<p>Знать: современные достижения и подходы создания биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, их применения в биотехнологии и знать основы биоинформационического анализа ДНК, РНК и белков</p> <p>Уметь: определять практическую значимость исследования и обосновывать использование методов биоинженерии и биоинформатики для проектирования новых биообъектов и продуктов;</p> <p>Владеть: методами критического анализа методических подходов и публикаций по техникам создания и анализа биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами;</p>
	<p><i>ИДК опк 4.2</i> Применяет методы биоинженерии и биоинформатики для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами</p>	<p>Знать: методы получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами и биоинформационические инструменты;</p> <p>Уметь: оценивать риски, ограничения и практическую значимость генетических/биотехнологических модификаций</p> <p>Владеть: методами биоинженерии и биоинформатики для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами;</p>
	<p><i>ИДК опк 4.3</i> Владеет методами анализа и интерпретации результатов исследования с целью определения практической значимости исследования</p>	<p>Знать: Принципы конструирования, базы данных биологических последовательностей, подходы к оценке научной новизны, воспроизводимости и прикладного потенциала исследований;</p> <p>Уметь: сопоставлять полученные результаты с литературными данными, выделять инновационные аспекты;</p> <p>Владеть: подходами к патентному поиску, анализу методических подходов и оценке перспективности результатов исследования.</p>

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, в том числе лекций 36ч, практических занятий 36ч,

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий не менее 20% часов от аудиторной работы

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	Семestr	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)		
					Контактная работа преподавателя с обучающимися						
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Тема 1. Современная биотехнология, как наука и отрасль производства	7	6,1		2	2	0,1	2	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование		
2	Тема2.Биообъекты и способы их совершенствования	7	12,1		4	4	0,1	4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование		
3	Тема3.Общая характеристика биотехнологических процессов	7	18,2		6	6	0,2	6	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование		
4	Тема 4. Биотехнология микробного синтеза	7	16,1		6	4	0,1	6	Устный опрос,		

								доклад-презентация, тестирование. ситуационные задачи
5	Тема 5. Биотехнология растений	7	14,1		4	4	0,1	6
6	Тема 6. Основы биотехнологии животных	7	14,1		4	4	0,1	6
7	Тема7. Биоиндустрия ферментов	7	12,1		4	4	0,1	4
8	Тема 8. Роль биотехнологии в улучшении экологической ситуации	7	12,1		4	4	0,1	4
9	Тема 9. Нанобиотехнологии - новый этап развития биологической науки	7	10,1		2	4	0,1	4

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.)		
7	Тема 1. Современная биотехнология, как наука и отрасль производства	Изучение учебного материала, рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию	1-2	2	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	раздел 5
7	Тема2.Биообъекты и способы их совершенствования	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	3-4	4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	раздел 5

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
7	Тема 3. Общая характеристика биотехнологических процессов	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	5-6	6	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	раздел 5
7	Тема 4. Биотехнология микробного синтеза	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	7-8	6	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование. ситуационные задачи	раздел 5
7	Тема 5. Биотехнология растений	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	9-10	6	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	раздел 5
7	Тема 6. Основы биотехнологии животных	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	11-12	6	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование, ситуационные задачи	раздел 5
7	Тема 7. Биоиндустрия ферментов	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	13-14	4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование, ситуационные задачи	раздел 5
7	Тема 8. Роль биотехнологии в улучшении экологической ситуации	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	15-16	4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование, ситуационные задачи	раздел 5
7	Тема 9. Нанобиотехнологии - новый этап развития биологической науки	Изучение учебного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	17-18	4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	раздел 5
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 42						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 16						

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Современная биотехнология, как наука и отрасль производства

Предмет и задачи курса. Связь с другими дисциплинами курса. Возникновение биотехнологии как науки и ее роль в современном мире. Биотехнология как межотраслевая область научно-технического прогресса и раздел практических знаний.

Современные направления биотехнологии. Условия применения и перспективы развития. Факторы, обусловившие развитие современной биотехнологии. Экономические и коммерческие аспекты биотехнологии. Задачи и цели биоэкономики. Роль и место биотехнологий в биоэкономике, Этические и правовые аспекты биотехнологии.

Тема 2. Биообъекты и способы их совершенствования

Понятие «биообъект». Подбор и требования к объектам для биотехнологических процессов. Отбор и модификация промышленных штаммов-продуцентов. Принципы селекции и мутагенеза промышленных штаммов.

Создание и совершенствование биообъектов. Методы генной инженерии. Примеры создания штаммов-продуцентов. Коллекции штаммов. Патентование штаммов и их депонирование в уполномоченных коллекциях.

Хранение биообъектов: методы и условия хранения. Криосохранение биологического материала. Криопротекторы. Принципы размораживания клеточных культур. Банки биологических образцов и генетического материала.

Тема 3. Общая характеристика биотехнологических процессов

Понятие метаболизма с точки зрения источника соединений с высоким рыночным потенциалом. Выбор целевого продукта. Первичные и вторичные метаболиты. Общее представление о всей цепочке биотехнологического процесса.

Принципиальные схемы биотехнологических процессов. Описание необходимого оборудования для производства биопрепаратов. Характеристика важнейших групп субстратов, используемых в биотехнологии. Составление рецептур питательных сред. Особенности сред для выращивания клеток растений, животных, микроорганизмов.

Обеззараживание питательных сред. Культивирование биообъектов и аппаратура для реализации биотехнологических процессов. Способы культивирования биообъектов. Принципы действия и конструкции ферментеров. Герметизация и стерилизация оборудования. Системы подготовки и очистки воздуха, перемешивания и аэрации, пеногашения, стерилизации, контроля и управления. Подготовка посевного материала Сравнительная оценка периодического и непрерывного культивирования биообъектов. Особенности культивирования растительных клеток. Способы выращивания клеток животных. Культивирование клеток насекомых.

Выделение и очистка биотехнологических продуктов - методы и характерные особенности.

Получение готовых препаративных форм. Методы контроля и критерии оценки эффективности биотехнологических процессов.

Понятие регламента. Особенности лабораторного и промышленного регламента. Трудности масштабирования – путь от лабораторного до промышленного регламента.

Тема 4. Биотехнология микробного синтеза

Типовая схема микробиологического производства. Основные группы промышленных микроорганизмов: бактерии, дрожжи, грибы и стадии производства продуктов микробного синтеза.

Биотехнология получения первичных (аминокислот, витаминов, органических кислот) и вторичных метаболитов (антибиотиков, стероидов).

Производство биофармацевтических препаратов: инсулин, гормоны, вакцины, интерфероны, бактериофаги.

Производство препаратов нормофлоры. Требования к штаммам микроорганизмов симбионтов.

Особенности производства средств защиты растений, микробных землеудобительных препаратов.

Получение продуктов брожения. Интенсивные технологии получения этанола. Использование микроорганизмов для получения белка.

Получение полисахаридов. Биополимеры и биоПАВы. Методы повышения выхода биотехнологической продукции.

Тема 5. Биотехнология растений

Основные направления клеточной инженерии растений: получение каллусов, сусpenзионные культуры, регенерация растений *in vitro*.

Биотехнологии на основе изолированных протопластов. Клональное размножение растений и его практическое применение.

Принципы создания ассоциаций клеток высших растений с микроорганизмами как способ модификации растительной клетки. Получение соединений вторичного метаболизма, синтезирующихся в клетках высших растений (алкалоиды, флавоноиды, гликозиды).

Генетическая трансформация растений. Разработка генетически модифицированных растений с высокой устойчивостью к заболеваниям, вредителям и стрессовым факторам. Трансгенные растения – продуценты фармацевтических белков, вакцин, антител. Биодеградируемые материалы на основе трансгенных растений. Потенциальные проблемы использования трансгенных растений и пути их решения.

Тема 6. Основы биотехнологии животных

Биотехнология в животноводстве. Понятие генетических ресурсов и критерии оценки их состояния. Методы и подходы к сохранению генетических ресурсов животных.

Трансплантация эмбрионов сельскохозяйственных животных и ее роль в генетическом прогрессе животноводства. Культивирование *in vitro* эмбрионов животных. Межвидовые пересадки эмбрионов и получение химерных животных.

Методы клонирования, перспективы использования. ГМО-организмы в агропромышленном производстве. Примеры успешного применения трансгенеза и геномного редактирования у животных.

Генная терапия и методы редактирования генома. CRISPR-Cas технологии редактирования генома. Возможности и перспективы использования клеток и клеточных структур различных тканей. Принципы и методы клеточных технологий.

Получение гибридом. Производство и применение моноклональных антител.

Стволовые клетки и их применение. Использование культур клеток млекопитающих в клеточной терапии.

Применение культур клеток млекопитающих в тканевой инженерии. Биопечать органов и тканей. Создание банка трансплантируемых культур тканей.

Тема 7. Биоиндустрия ферментов

Основные классы ферментов, используемые в промышленности. Источники ферментов. Ферменты животного, растительного и микробного происхождения. Основные технологические этапы производства микробных ферментных препаратов.

Методы выделения, очистки и стабилизации ферментов Использование ферментов в пищевой, фармацевтической, химической промышленности.

Особенности получения препаратов с определенным составом ферментов. Комплексные ферментные препараты (МЭК) и их использование. Ферментативное превращение целлюлозы в сахара.

Иммобилизованные ферменты. Носители и методы иммобилизации ферментов. Свойства иммобилизованных ферментов. Иммобилизованные полиферментные системы. Биотехнологии, основанные на использовании иммобилизованных ферментов. Биосенсоры и биочипы.

Тема 8. Роль биотехнологии в улучшении экологической ситуации

Актуальные экологические проблемы. Биотехнологические методы очистки сточных вод и почвы. Биоремедиация нефтезагрязненных территорий. Использование микроорганизмов для поглощения тяжелых металлов и токсичных соединений.

Применение биотехнологических методов для очистки газовоздушных выбросов. Биодеградация и переработка промышленных отходов. Компостирование, пищевых отходов и агроотходов.

Биотехнологические методы производства биотоплива: биоэтанола, биодизеля, биогаза, биоводорода. Сравнение эффективности различных видов биотоплива. Перспективы внедрения биотехнологических источников энергии.

Производство биоразлагаемых пластиков. Биогидрометаллургия и ее преимущества для переработки конкретных типов минерального сырья. Перспективные технологии получения металлов из руд.

Безопасность биотехнологического производства для человека и окружающей среды. Международная законодательная база по биобезопасности. Законодательная база России по биобезопасности и ее реализация. Система контроля биологической безопасности

Тема 9. Нанобиотехнологии - новый этап развития биологической науки

Общие представления оnanoобъектах и нанотехнологиях. Биомакромолекулы как составляющие наномира. Наноматериалы. Биомедицинские наноматериалы. Нанотоксикология. Нанобиосенсорика. Нанобиомоторы. Нанороботы. Нанотехнологии на основе вирусов. Нанотехнологии и биомиметика. Развитие нанобиотехнологий и возможные риски. Биологическая безопасность наноконструкций и нанотехнологий. Особенности влияния наночастиц на живые организмы.

4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ 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. Современная биотехнология, как наука и отрасль производства	Современная биотехнология, как наука и отрасль производства		2	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	ОПК-3 <i>ИДК опк5.1</i> ОПК-4 <i>ИДК опк4.1</i>

2	Тема2.Биообъекты и способы их совершенствования	Биообъекты. Хранение биообъектов: методы и условия хранения Способы совершенствования биообъектов		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2 ОПК-4 ИДК опк4.1 ИДК опк4.2 ИДК опк4.3
3	Тема3.Общая характеристика биотехнологических процессов	Общая схема биотехнологического производства. Способы культивирования биообъектов Выделение и очистка биотехнологических продуктов		6	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2 ИДК опк3.3 ОПК-4 ИДК опк4.1 ИДК опк4.2 ИДК опк4.3
4	Тема 4. Биотехнология микробного синтеза	Биотехнология получения первичных и вторичных метаболитов Производство биофармацевтических препаратов		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование, ситуационные задачи	ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2 ИДК опк3.3 ОПК-4 ИДК опк4.1 ИДК опк4.2 ИДК опк4.3
5	Тема 5. Биотехнология растений	Клеточная и тканевая инженерия растений Генетическая трансформация растений.		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование,	ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2 ИДК опк3.3 ОПК-4 ИДК опк4.1 ИДК опк4.2 ИДК опк4.3
6	Тема 6. Основы биотехнологии животных	Генетическое клонирование: методы клонирования, перспективы использования Клеточная и генная терапия		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование, ситуационные задачи	ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2 ИДК опк3.3 ОПК-4 ИДК опк4.1 ИДК опк4.2 ИДК опк4.3
7	Тема7. Биоиндустрия ферментов	Производство ферментных препаратов Биотехнологии, основанные на использовании иммобилизованных ферментов		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование, ситуационные задачи	ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2 ИДК опк3.3 ОПК-4 ИДК опк4.1 ИДК опк4.2 ИДК опк4.3
8	Тема 8. Роль биотехнологии в улучшении экологической ситуации	Биотехнологические методы очистки сточных вод и почвы. Биоремедиация нефтезагрязненных микротерриторий		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование,	ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2 ИДК опк3.3 ОПК-4 ИДК опк4.1

		Биотехнологические методы производства биотоплива			ситуационные задачи	<i>ИДК опк4.2</i> <i>ИДК опк4.3</i>
9	Тема 9. Нанобиотехнологии - новый этап развития биологической науки	Общие представления оnanoобъектах и нанотехнологиях.	4	Устный опрос, доклад-презентация тестирование		<i>ОПК-3</i> <i>ИДК опк3.1</i> <i>ОПК-4</i> <i>ИДК опк4.1</i> <i>ИДК опк4.3</i>
		Нанобиотехнологии в медицине				

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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Современная биотехнология, как наука и отрасль производства	1.Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ОПК-3 ОПК-4	<i>ИДК опк3.1</i> <i>ИДК опк4.1</i>
2.	Биообъекты и способы их совершенствования	1. Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ОПК-3 ОПК-4	<i>ИДК опк3.1</i> <i>ИДК опк3.2</i> <i>ИДК опк4.1</i> <i>ИДК опк4.2</i> <i>ИДК опк4.3</i>
3.	Общая характеристика биотехнологических процессов	1.Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ОПК-3 ОПК-4	<i>ИДК опк3.1</i> <i>ИДК опк3.2</i> <i>ИДК опк3.3</i> <i>ИДК опк4.1</i> <i>ИДК опк4.2</i> <i>ИДК опк4.3</i>
4.	Биотехнология микробного синтеза	1. Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ОПК-3 ОПК-4	<i>ИДК опк3.1</i> <i>ИДК опк3.2</i> <i>ИДК опк3.3</i> <i>ИДК опк4.1</i> <i>ИДК опк4.2</i> <i>ИДК опк4.3</i>
5.	Биотехнология растений	1.Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ОПК-3 ОПК-4	<i>ИДК опк3.1</i> <i>ИДК опк3.2</i> <i>ИДК опк3.3</i> <i>ИДК опк4.1</i> <i>ИДК опк4.2</i> <i>ИДК опк4.3</i>
6.	Основы биотехнологии животных	1. Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ОПК-3 ОПК-4	<i>ИДК опк3.1</i> <i>ИДК опк3.2</i> <i>ИДК опк3.3</i> <i>ИДК опк4.1</i> <i>ИДК опк4.2</i> <i>ИДК опк4.3</i>
7.	Биоиндустрия ферментов	1.Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ОПК-3 ОПК-4	<i>ИДК опк3.1</i> <i>ИДК опк3.2</i> <i>ИДК опк3.3</i> <i>ИДК опк4.1</i> <i>ИДК опк4.2</i> <i>ИДК опк4.3</i>

8.	Роль биотехнологии в улучшении экологической ситуации	1. Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ОПК-3 ОПК-4	<i>ИДК ОПК3.1 ИДК ОПК3.2 ИДК ОПК3.3 ИДК ОПК4.1 ИДК ОПК4.2 ИДК ОПК4.3</i>
9.	Нанобиотехнологии - новый этап развития биологической науки	1.Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ОПК-3 ОПК-4	<i>ИДК ОПК3.1 ИДК ОПК4.1 ИДК ОПК4.3</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 «Биотехнология» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- а) Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой;
- б) подготовка к устному опросу на практических занятиях;
- в) подготовка устных докладов с презентацией;
- г) работа с лекционным материалом и справочными источниками;
- д) подготовка к вопросам текущего контроля и тестированию
- е) решение ситуационных задач

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

Рекомендации по подготовке устного доклада

Устный доклад – это сообщение в течение 10 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.

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 должно 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. Страйтесь 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.

4.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1. Биотехнология [Текст]: в 2 ч.: учеб. и практикум / ред.: Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Юрайт, 2018 (25 экз.)
2. Егорова Т.А. Основы биотехнологии [Текст]: 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.)
3. Саловарова, В. П. Эколо-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. Чхенкели В.А. Биотехнология: учеб. пособие / В. А. Чхенкели. - СПб.: Проспект науки, 2014. - 335 с. ISBN 978-5-906109-06-4 (5 экз)
5. Физико-химические методы в биологии: / В. П. Саловарова [и др.]; ред. В. П. Саловарова; - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. - 295 с. - ISBN 978-5-9624-0806-4 (88 экз)
6. Чемерилова, В.И. Основы геномики и протеомики: технологии рекомбинантных ДНК первого поколения (генная инженерия) / В. И. Чемерилова. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2014. - 238 с. - ISBN 978-5-9624-1217-7 (39 экз.)
7. 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.)
8. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология/ Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — Казань: КГАВМ им. Баумана, 2018. — 280 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122952>— Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Ермишин, А. П. Генетически модифицированные организмы и биобезопасность [Электронный ресурс] / А. П. Ермишин. - Минск: Беларусская наука, 2013. - 171 с. - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-985-08-1592-7
10. Фрешни, Р. Я. Культура животных клеток [Электронный ресурс] / Р. Я. Фрешни. - М: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 691 с Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-1342-6
11. Баженова, И. А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика: учебное пособие для вузов / И. А. Баженова, Т. А. Кузнецова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-6787-7. — Текст: электронный // Лань:

- электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Песцов, Г. В. Биотехнология: учебно-методическое пособие / Г. В. Песцов, Н. Н. Жуков. — Тула: ТГПУ, 2021. — 68 с. — ISBN 978-5-6045162-5-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213473> — Режим доступа: для авториз. Пользователей
13. Современные научные, технологические и социально-этические проблемы в биотехнологии: учебное пособие / Ж. А. Сапронова, С. В. Свергузова, Н. С. Лупандина, А. В. Святченко. — Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. — 78 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177606>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
14. Системы организации, контроля и управления биотехнологическими процессами и производством: учебное пособие / Е. А. Фауст, А. К. Никифоров, А. В. Комиссаров [и др.]. — Саратов: Саратовский ГАУ, 2019 — Часть 1: Нормирование биотехнологических производств — 2019. — 220 с. — ISBN 978-5-91818-602-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137493> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
15. Кригер, О. В. Организация биотехнологических производств: учебное пособие / О. В. Кригер, С. А. Иванова. — Кемерово: КемГУ, 2018. — 99 с. — ISBN 979-5-89289-176-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107701> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
16. Мефодьев, Г. А. Генетика с основами биотехнологии: учебное пособие / Г. А. Мефодьев. — Чебоксары: ЧГСХА, 2017. — 118 с. — ISBN 978-5-7677-2605-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139072> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
17. Акимова, С. А. Биотехнология: учебное пособие / С. А. Акимова, Г. М. Фирсов. — 2-е изд. — Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018. — 144 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112369> — Режим доступа: для авториз. Пользователей
18. Шимова, Ю. С. Моделирование биотехнологических процессов: учебное пособие / Ю. С. Шимова, Н. Ю. Демиденко. — Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018. — 96 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147480>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
19. Фирсов, Г. М. Вирусология и биотехнология: учебное пособие / Г. М. Фирсов, С. А. Акимова. — 2-е изд., доп. — Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. — 232 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76630> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
20. Ермаков, В. В. Вирусология и биотехнология: методические указания / В. В. Ермаков. — Самара: СамГАУ, 2019. — 25 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123533> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
21. Миронов, П. В. Методы выделения и анализа продуктов биосинтеза: учебное пособие / П. В. Миронов, Е. В. Алаудинова. — Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 116 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147482> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
22. 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
23. Промышленное производство биологически активных веществ: учебное пособие / А. Ю. Просеков, О. В. Кригер, Л. С. Дышлюк, Л. К. Асякина. — Кемерово: КемГУ, 2020.

- 82 с. — ISBN 978-5-8353-2687-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162609> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
24. 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

б) периодические издания

Биотехнология-<https://www.biotechjournal.ru>;

Молекулярная биология- <https://molbiol.ru>;

Генная инженерия (Russian Journal of Genetic Engineering)-
https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9260;

Прикладная биохимия и микробиология- <https://pbim.ru>;

Вестник РАМН / Вестник Российской академии медицинских наук-
<https://vestnikramn.spr-journal.ru>;

Биомедицина-<https://biomedicine.ru>;

Вавиловский журнал генетики и селекции- <https://vavilov.elpub.ru>:

Биофизика- <https://biofizika.ru>;

Биобезопасность и биотехнология- https://elibrary.ru/title_about.asp?id=34931;

Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки-
<https://vestnik.spbstu.ru>

Biotechnology and Bioengineering—<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/10970290>

Nature Biotechnology — <https://www.nature.com/nbt/>

Metabolic Engineering—. - <https://www.journals.elsevier.com/metabolic-engineering>

Nature Communications —<https://www.nature.com/ncomms/>

Nature Chemical Biology—. <https://www.nature.com/nchembio/>

Cell Systems— <https://www.cell.com/cell-systems/>

Current Opinion in Biotechnology— Обзорный журнал, охватывающий передовые исследования и направления.- <https://www.journals.elsevier.com/current-opinion-in-biotechnology>

BioDesign Research— Новый журнал от AAAS и KeAi по проектированию биосистем и инженерии живых организмов.- <https://www.sciencedirect.com/journal/biodesign-research>

Trends in Biotechnology — Обзоры и аналитика новейших трендов в синтетической биологии- <https://www.cell.com/trends/biotechnology/>

ACS Synthetic Biology—Публикует оригинальные исследования по проектированию, конструированию и применению биологических систем-
<https://pubs.acs.org/journal/asbcd6>

Synthetic Biology (Oxford Academic)—авторитетный журнал, акцент на стандартизацию, инженерные подходы и биодетали-<https://academic.oup.com/synbio>

Journal of Biological Engineering— Темы: генная инженерия, биосистемы, протоклетки, биоинженерия клеток.- <https://jbioleng.biomedcentral.com>

Frontiers in Bioengineering and Biotechnology – Synthetic Biology Section
— Раздел крупного открытого журнала, посвящён синтетическим и биоинженерным подходам.-<https://www.frontiersin.org/journals/bioengineering-and-biotechnology>

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. Физико-химические методы в биологии: / В. П. Саловарова [и др.]; ред. В. П. Саловарова; - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. - 295 с. - ISBN 978-5-9624-0806-4 (88 экз)

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://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. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет версия международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и биомедицинских исследований. Статьи в pdf-формате.
3. <http://molbiol.ru/protocol/> - описание большого количества физико-химических и молекулярно-генетических методов.
4. <http://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.
5. <http://www.protocol-online.org/> - Сайт содержит хорошо структурированную коллекцию ссылок на протоколы методов (в основном, различных лабораторий). Имеется тематический форум.
6. www.chem.qmul.ac.uk/iubmb - биохимическая классификация и номенклатура ферментов. Свободный доступ на сайте Международного союза биохимии и молекулярной биологии
7. <http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biopharticles/> - раздел сайта МФТИ, содержащий научно-популярные статьи
8. <http://www.fptl.ru/biblioteka/biotehnologiya.html> - библиотека химико-фармацевтической академии, раздел Биотехнология
9. <http://www.rostechnologii.ru/> - Государственная корпорация «Ростехнологии»
10. <http://cbio.ru> - Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология»
11. <http://e.lanbook.com> - ЭБС «Издательство Лань».
12. <http://rucont.ru> - ЭБС «Руконт».
13. <http://ibooks.ru> - ЭБС «Айбукс»
14. <http://biblio-online.ru> - ЭБС «Юрайт»
15. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> - веб-сайт Национального центра биотехнологической информации США (NCBI), который предоставляет бесплатный доступ к различным базам данных, включая базы данных, содержащие различные типы генетических данных, базы данных аннотаций публикаций биомедицинской и общебиологической направленности; содержит популярные приложения и инструменты биоинформационного анализа.
16. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> - генетическая база данных GenBank Национального центра биотехнологической информации США (NCBI), которая содержит общедоступную аннотированную коллекцию всех нуклеотидных последовательностей, закодированных в них последовательностей белков.
17. <https://www.ebi.ac.uk> - EMBL-EBI (European Bioinformatics Institute) - Европейский аналог NCBI. Включает: Ensembl, ArrayExpress, ChEMBL, UniProt, InterPro, Reactome
18. <http://www.boldsystems.org> - облачная платформа для хранения и анализа генетических данных по ДНК-штрихкодирования, разработанная Центром геномики биоразнообразия (Канада). Состоит из четырех основных модулей: портала данных,

- образовательного портала, реестра BIN (идентификационные номера ДНК-штрихкодирования) и инструментария для сбора и анализа данных.
- 19. <http://ensemblgenomes.org> – Ensembl, совместный научный проект Европейского института биоинформатики и Института Сэнгера, который предоставляет интегрированный доступ к базам данных, касающихся строения геномов различных организмов.
 - 20. <http://www.ddbj.nig.ac.jp/> – Японская база данных ДНК DDBJ, которая содержит информацию о нуклеотидных последовательностях, относящихся к различным генам и организмам.
 - 21. <https://cyberleninka.ru> – российская научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
 - 22. <http://molbiol.ru> - нейтральная русскоязычная территория для тех, кто профессионально связан с биологией или молекулярной биологией.
 - 23. <http://www.academia-moscow.ru> -ЭБ Издательского центра «Академия».
 - 24. [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.
 - 25. <https://scholar.google.com> -Google Scholar — поиск научной литературы, по ключевым словам
 - 26. <https://www.researchgate.net> -ResearchGate — сеть для обмена статьями и общения между учёными
 - 27. <https://www.semanticscholar.org> -Semantic Scholar — ИИ-поисковик по научным статьям
 - 28. <https://www.benchling.com>— облачная платформа для молекулярного дизайна, CRISPR и синтетической биологии- Benchling
 - 29. <https://biotech.edu.ru> -Российский образовательный портал по биотехнологиям
 - 30. <https://igem.org> -Международный ресурс по синтетической биологии iGEM
 - 31. <https://coursera.org>, <https://edx.org> - Платформа открытых лекций по биотехнологиям Coursera, edX
 - 32. <https://biotech-russia.ru> -Российская биотехнологическая ассоциация -
 - 33. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> -Национальный центр биотехнологической информации
 - 34. <https://www.efbiotechnology.org> -Сайт Европейской федерации биотехнологий-
 - 35. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov> -PubMed- Научные статьи по биомедицинским и биотехнологическим темам
 - 36. <https://www.addgene.org> - Addgene - Банк плазмид, используемых для генной и синтетической инженерии -
 - 37. <https://biobricks.org> -BioBricks Foundation - Стандартизованные биочасти и инструменты для проектирования систем
 - 38. <https://biocyc.org> -BioCyc / MetaCyc- Детализированные метаболические пути различных организмов, включая ГМО и инженерные штаммы
 - 39. <https://www.uniprot.org> - UniProt - Информация о белках и их свойствах

40. <https://sbolstandard.org> - SBOL (Synthetic Biology Open Language) - Стандарты описания биологических конструкций -
41. <https://www.genome.jp/kegg> - KEGG Pathways - Биохимические пути, метаболизм, гены
42. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov> – PubChem - Химические соединения, биоактивность, токсичность.
43. <https://www.ebi.ac.uk/chembl> –ChEMBL - Биологически активные соединения, их активность против мишней, включая синтетические молекулы.
44. <https://string-db.org> – STRING - Сеть взаимодействия белков (PPI) – для понимания регуляторных и метаболических путей
45. <http://www.rsl.ru> -РГБ Российской государственная библиотека
46. <http://ben.irex.ru> - БЕН Библиотека естественных наук
47. <http://www.gpntb.ru>- Государственная публичная научно-техническая библиотека
48. <http://ban.pu.ru> - БАН Библиотека Академии наук
49. <http://www.nlr.ru> -РНБ Российская национальная библиотека
50. <http://www.lib.msu.su> -Библиотека МГУ

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 100 посадочных мест; оборудована техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Биотехнология»: проектор EpsonEB-X05, экран Digin; учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Биотехнология»: презентации.
- 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., Вольтметр 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., служащими для представления учебной информации по дисциплине «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.

-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 трилокуляр"-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.

-Лаборатория биохимии и биотехнологии

Хроматограф жидкостный микроколоночный "Милихром-6"; Нанофотометр Pearl - 1шт; Ферментер Minifors Speco бактериальный-1шт; служащими для представления учебной информации по дисциплине « Биотехнология».

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. Форус Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц. №1B08161103014721370444.

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 «Биотехнология» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная 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 «Биотехнология» проводится семинар с подготовкой и заслушиванием докладов –презентаций 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 «Биотехнология» используется компьютерные сетевые технологии (интернет-технологии) – 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. Для организации дистанционного обучения на основе этих технологий используется специализированное программное средство - образовательный портал ИГУ (educaisu.ru).

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Оценочные материалы для входного контроля

Входного контроля для данной дисциплины не предусмотрено.

2. Оценочные материалы текущего контроля

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

- устный опрос;

- доклад-презентация;
- вопросы, тесты, задачи

Фонд оценочных средств включает:

- перечень тем докладов;
- вопросы для текущего контроля;
- тестовые задания
- ситуационные задачи

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенций (см. п. III). Студенты, не выполнившие требования текущего контроля или получившие итоговую оценку текущей успеваемости «не удовлетворительно», считаются имеющими текущую задолженность. Обучающиеся, имеющие задолженности, должны ликвидировать их не позднее, чем за неделю до начала промежуточной аттестации.

2.1. Темы докладов

1. История развития биотехнологии: от древних технологий до современных достижений.
2. Этические и правовые аспекты биотехнологии.
4. Методы выделения, амплификации и клонирования ДНК.
5. CRISPR-Cas система: возможности и перспективы генного редактирования.
6. Клеточная инженерия: культивирование стволовых клеток и их применение.
7. Биосинтез антибиотиков и методы повышения их выхода.
8. Методы селекции промышленных штаммов микроорганизмов.
9. Генетическая модификация растений: достижения и проблемы.
10. Производство биологически активных веществ с использованием клеточных культур растений.
11. Современные методы защиты растений с применением биотехнологии.
12. Клонирование животных: достижения, проблемы, перспективы.
13. Производство моноклональных антител: технология и области применения.
14. Методы выделения и очистки ферментов.
16. Иммобилизованные ферменты и их применение.
17. Наночастицы в доставке лекарств: таргетные системы на основе липосом и полимеров
18. Современные методы производства вакцин: инактивированные, рекомбинантные, мРНК-вакцины.
19. Биотехнология производства инсулина и гормональных препаратов.
20. Персонализированная медицина и генная терапия.
21. Биотехнологические методы очистки сточных вод.
22. Биоремедиация: восстановление загрязненных территорий с использованием микроорганизмов.

23. Производство биоразлагаемых полимеров и их применение.
24. Производство биоэтанола: технология и перспективы.
25. Использование микроводорослей для получения биотоплива.
26. Биоводород: технологии получения и перспективы использования.
27. Нанобиотехнологии: биосенсоры и их применение.
28. Искусственные органы и биопечать тканей.
29. Бактериальное окисление сульфидных минералов
30. Бактериофаги и их использование в биотехнологии.
31. Криосохранение биологического материала. Криопротекторы. Принципы размораживания клеточных культур.
32. Биомедицинские наноматериалы.
33. Микробиом человека: влияние на здоровье, подходы к модификации, особенности производства препаратов
34. CAR-T терапия: клеточная иммунотерапия рака
35. Использование нанотехнологий в современной промышленной биотехнологии, методах лечения, диагностике.
36. Биотехнологии в борьбе с загрязнением микропластиком

2.2. Вопросы для текущего контроля

1. Что такое биотехнология и каковы ее цели?
2. Какие науки внесли большой вклад в развитие биотехнологии?
3. Охарактеризуйте рынок биотехнологической продукции в России и в мире
4. Какова роль биоэкономики в обеспечении устойчивого развития?
5. Какие основные направления биотехнологии выделяют?
6. Каковы основные достижения биотехнологии в XXI веке?
7. Каковы этические аспекты применения биотехнологии?
8. Какие объекты используются в биотехнологии?
9. Каковы стратегии современного конструирования штамма-продуцента?
10. Что такое генетическое конструирование *in vivo* и *in vitro*?
11. Какие методы используются для получения генетически модифицированных организмов (ГМО)?
12. Что такое генные банки и их предназначение?
14. Какие продукты получают с использованием грибов?
15. Какие продукты можно получать на основе лишайников?
16. Для каких целей используют культуры клеток животных?
17. Какие соединения используют в качестве криопротекторов?
18. Какие используют способы культивирования биологических объектов?
19. Как осуществляют подготовку и очистку воздуха?

20. Чем отличаются биореакторы периодического и непрерывного действия?
21. Как осуществляют подбор питательных сред для оптимизации биотехнологического процесса?
22. Какие методы используют для очистки биотехнологических продуктов?
23. Каковы особенности лабораторного и промышленного регламента?
24. Перечислите этапы биотехнологического производства первичных метаболитов на примере аминокислот.
25. Приведите последовательность производства микробного белка
26. Какие требования предъявляются к производственному штамму микроорганизма-симбионта?
27. Укажите основные направления получения вакцин
28. Какие основные методы получения трансгенных растений существуют?
29. Какой процесс определяет формирование каллусной ткани растений?
30. Какие условия необходимы для перехода растительных клеток к морфогенезу?
31. Какие преимущества характерны для метода клонального микроразмножения по сравнению с традиционными методами?
32. Перечислите этапы биотехнологического производства вторичных метаболитов на примере антибиотиков
33. Что такое иммобилизованные ферменты и их преимущества и недостатки?
34. Укажите основные направления использования иммобилизованных ферментов
35. Назовите способы слияния протопластов
36. Каковы особенности культуры животных клеток и органной культуры?
37. Как получают межвидовые химеры?
38. Охарактеризуйте этапы получения моноклональных антител
39. Как осуществляют клонирование животных?
40. Как производят оплодотворение *in vitro* и трансплантацию эмбрионов?
41. Каковы принципы тканевой инженерии?
42. Как стволовые клетки используются в регенеративной медицине?
43. Какие методы используются в генной терапии?
44. Как работает технология CRISPR-Cas9 и где она применяется?
45. Какие перспективы развития биопечати органов и тканей существуют?
46. Какие методы используются в создании искусственных органов?
47. Укажите перспективы создания биосенсоров, их основные характеристики
48. Какими принципами руководствуются при создании искусственных биосовместимых материалов?

49. Какие биообъекты используют для биоремедиации?
50. Какие используются технологии для переработки растительных отходов?
51. Какие бактерии используются для очистки нефтеуглеводородного загрязнения?
52. Какие биоразлагаемые материалы производятся с помощью биотехнологии?
53. Как оценивают безопасность биопрепаратов?
54. Как искусственный интеллект может помочь в развитии биотехнологии?
55. Какие современные направления биотехнологии являются наиболее перспективными?
56. Роль биотехнологий в формировании устойчивого сельского хозяйства
58. Каковы цели биоэкономики?
59. Укажите научные основы биоэкономики
60. Назовите основные отрасли биоэкономики:

2.3. Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля

1. Задание закрытого типа на установление соответствия: **Установите соответствие между этапом генной инженерии и его описанием**

Этап	Описание
A. Извлечение гена	1. Использование антибиотик-резистентных маркеров
B. Клонирование гена	2. Рестрикция и выделение фрагмента ДНК
C. Введение гена в клетку	3. Лигирование в вектор и трансформация бактерий
D. Отбор трансформантов	4. Электропорация или использование вирусных векторов

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

A	B	C	D

Правильный ответ:

A	B	C	D
2	3	4	1

2. Задание закрытого типа на установление последовательности: **Установите правильную последовательность выполнения ПЦР (полимеразной цепной реакции):**

1. Денатурация ДНК

2. Аннеалинг (отжиг праймеров)
3. Элонгация (удлинение цепи ДНК)
4. Повторение цикла 25–35 раз

Ответ

--	--	--	--

Правильный ответ:

1	2	3	4
---	---	---	---

3. Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и аргументацией выбора. Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:

- Какие из перечисленных методов позволяют разделить белки по молекулярной массе?**
- A. Электрофорез в ПААГ с SDS
 - B. Центрифугирование в градиенте сахарозы
 - C. Хроматография на ионообменнике
 - D. Гель-фильтрация (ситообразная хроматография)

Ответ_____

Обоснование_____

Правильный ответ: A, D

Обоснование:

A – SDS-ПААГ разрушает третичную структуру белков, позволяя разделить их по молекулярной массе.

D – гель-фильтрация разделяет молекулы по размеру, который коррелирует с массой.

B – зависит больше от плотности и формы.

C – разделяет по заряду, а не по массе.

4. Задание открытого типа с развернутым ответом. **Опишите основные этапы работы технологии CRISPR/Cas9. Какие биотехнологические задачи можно решать с её помощью? Приведите не менее двух примеров практического применения.**

Пример правильного развернутого ответа:

CRISPR/Cas9 — это система редактирования генома, заимствованная у бактерий, где она служит для защиты от вирусов. В биотехнологии она используется для целенаправленного изменения ДНК.

Основные этапы работы CRISPR/Cas9:

1. Разработка направляющей РНК (sgRNA), которая находит конкретную последовательность в ДНК.
2. Введение в клетку комплекса Cas9 + sgRNA.

3. Фермент Cas9 делает двухнитевой разрыв в указанном месте ДНК.
4. Клетка "чинит" разрыв — с помощью механизмов:
 - NHEJ (непрямой ремонт) — может вызвать мутации (удаления/вставки);
 - HDR (ремонт с матрицей) — можно вставить нужный ген.

Применение:

- Лечение наследственных заболеваний, например, серповидноклеточной анемии и бета-талассемии.
- Создание трансгенных животных и растений.
- Удаление ВИЧ-генома из клеток.
- Моделирование заболеваний для исследований.

Преимущества технологии: точность, универсальность, низкая стоимость по сравнению с другими методами.

2.4. Ситуационные задачи

Задача 1: Производство инсулина

Фармацевтическая компания разрабатывает рекомбинантный инсулин с использованием бактерий *Escherichia coli*. После трансформации бактерий плазмидой с геном проинсулина ученые обнаружили, что продукция белка низкая. Какие возможные причины этого и как можно увеличить уровень экспрессии инсулина?

Ответ:

- Возможные причины: _____
- Решения: _____

Задача 2: Биотопливо из микроводорослей

Компания разрабатывает технологию получения биотоплива из микроводорослей. На одном из этапов исследователи обнаружили, что продукция липидов снизилась при масштабировании процесса. Какие возможные причины этого явления?

Ответ:

- Возможные причины: _____
- Решения: _____

Задача 3: Моноклональные антитела

Фармацевтическая компания разрабатывает моноклональные антитела для лечения рака. При культивировании гибридомных клеток ученые заметили снижение их жизнеспособности и продукции антител. Какие меры можно предпринять для решения проблемы?

Ответ:

- Возможные причины: _____
- Решения: _____

Задача 4: Генная терапия

В исследовательском центре разработан вирусный вектор для доставки гена, ответственного за коррекцию генетического дефекта. Однако при тестировании на клеточных культурах ученые заметили низкую эффективность доставки гена. Какие могут быть причины и пути решения?

Ответ:

- Возможные причины: _____

- Решения: _____

Задача 5: Производство антибиотиков

Биотехнологическая компания использует актиномицеты для получения нового антибиотика. Однако через несколько циклов культивирования штамм стал продуцировать значительно меньше антибиотика. Какие причины могут быть и как восстановить продуктивность?

Ответ:

- Возможные причины: _____
- Решения: _____

Задача 6: Производство ферментов

На биотехнологическом предприятии производится амилаза для использования в пищевой промышленности. В ходе ферментации учёные заметили снижение активности фермента в готовом продукте. Какие возможные причины этого и как можно повысить активность фермента?

Ответ:

- Возможные причины: _____
- Решения: _____

Задача 7: Разработка вакцины

Исследовательская лаборатория разрабатывает рекомбинантную вакцину против вирусного заболевания. При испытаниях на животных было выявлено слабое иммунное реагирование. Какие факторы могли повлиять на низкую иммуногенность вакцины?

Ответ:

- Возможные причины: _____
- Решения: _____

Задача 8: Пробиотики в пищевой промышленности

Компания выпускает пробиотический йогурт с лактобактериями. Однако в ходе тестирования выяснилось, что число живых пробиотических бактерий в конечном продукте ниже заявленного. Какие возможные причины этого и как можно улучшить выживаемость бактерий?

Ответ:

- Возможные причины: _____
- Решения: _____

Задача 9: Биотехнологическое получение этанола

На заводе по производству биоэтанола из сахарного тростника обнаружено снижение выхода спирта. Анализ среды показал накопление побочных продуктов, тормозящих ферментацию. Какие возможные причины этого и как можно повысить выход этанола?

Ответ:

- Возможные причины: _____
- Решения: _____

Задача 10: Производство аминокислот

Биотехнологическая компания производит лизин с помощью бактерий *Corynebacterium glutamicum*. В последней партии продукта содержание лизина оказалось ниже нормы. Какие факторы могли повлиять на снижение выхода аминокислоты?

Ответ:

- Возможные причины: _____
- Решения: _____

3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации – **экзамен** в форме тестирования.

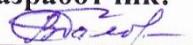
К экзамену допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу и успешно сдавшие промежуточную аттестацию

Вопросы к экзамену

1. Биотехнология как научная дисциплина, цели и задачи биотехнологии. Перспективы развития биотехнологии.
2. Что такое биоэкономика: концепция устойчивого биоразвития
3. Подбор и требования к объектам для биотехнологических процессов. Методы хранения биологических объектов.
4. Банки биологических образцов и генетического материала. Криоконсервация клеток как метод сохранения генофонда
5. Технология рекомбинантных ДНК. Ферменты, используемые для получения рекомбинантных ДНК.
6. Методы выделения, амплификации и клонирования генов
7. Векторы в генной инженерии: типы и применение
8. Клеточные системы экспрессии рекомбинантных белков
9. Использование генной инженерии для получения вакцин.
10. Редактирование генома: современные подходы CRISPR/Cas и их применение
11. Состав и методы оптимизации питательных сред для культивирования
12. Принципы действия и конструкции биореакторов.
13. Системы подготовки и очистки воздуха, перемешивания и аэрации, пеногашения, стерилизации, контроля и управления
14. Основные параметры глубинной периодической ферментации
15. Биотехнологические процессы и аппараты непрерывного действия
16. Сравнительная характеристика роста микробных культур в условиях периодического и непрерывного культивирования
17. Культивирование растительных клеток и тканей.
18. Особенности культивирования клеток животных
19. Методы выделения и очистки целевого продукта
20. Биотехнологическая схема производства микробного белка
21. Биотехнологическое производство аминокислот.
22. Биотехнологические схемы получения антибиотиков
23. Производство продуктов брожения. Интенсивные технологии получения этанола
24. Получение энтомопатогенных препаратов, особенности организации производства.
25. Производство микробных препаратов – удобрений почв, стимуляторов и регуляторов роста растений
26. Получение бактериальных препаратов, нормализующих микрофлору кишечника
27. Биотехнологическое производство микробных ферментных препаратов
28. Иммобилизованные ферменты. Методы иммобилизации. Области применения иммобилизованных ферментов.
29. Биосенсоры и биочипы
30. Культура клеток высших растений. Каллусогенез как основа создания клеточных культур.
31. Способы получения и слияния растительных протопластов. Регенерация клеток, клеточных культур и растений из протопластов
32. Микроклональное размножение растений, достоинства и недостатки.
33. Генетическая модификация растений.
34. Клонирование животных: методы и перспективы.
35. Использование стволовых клеток в биотехнологии.
36. Гибридомы. Значение гибридом для производства современных диагностических препаратов
37. Получение и применение моноклональных антител.

38. Получение клонированных животных. Этические и профессиональные проблемы.
39. Особенности стволовых клеток и применение стволовых клеток в отдельных областях медицины
40. Использование метода культур тканей для получения ряда иммунорегулирующих веществ.
41. Производство интерферона.
42. Культуры тканей в трансплантологии. Создание банка трансплантируемых культур тканей.
43. Принципы генной терапии. Современные методы персонализированной медицины.
44. 3D-биопринтинг тканей и органов: технологии и материалы
45. Биосовместимые чернила для 3D-печати: клеточные и неклеточные компоненты
46. Трансгенные животные как биореакторы для производства белков человека
47. Биоразлагаемые материалы и микробиологические способы их получения
48. Биотехнологические методы переработки ТБО
49. Методы очистки сточных вод с использованием микроорганизмов
50. Биотехнологии, применяемые для обогащения горных пород в металлургии
51. Использование микроводорослей для производства биотоплива.
52. Получение биогаза.
53. Применение биоремедиации для восстановления загрязненных территорий
54. Биотехнологии получения водорода как альтернативного источника энергии
55. Использование нанотехнологий в современной промышленной биотехнологии, методах лечения, диагностике
56. Искусственный интеллект в биотехнологии

Разработчик:



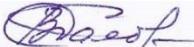
(подпись)

профессор

В.П. Саловарова

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 19.03.2025 г. протокол № 12.

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