



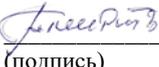
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ПЕРЕДОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
«ИНСТИТУТ БИОТЕХНОЛОГИЙ, БИОИНЖЕНЕРИИ И ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ»

СОГЛАСОВАНО
Научный руководитель ОП



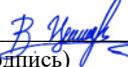
(подпись) Балабанова Л.А.
(ФИО)
17 февраля 2023 г.

Руководитель ОП



(подпись) Пентехина Ю.К.
(ФИО)
17 февраля 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
И.о. Декана Факультет промышленных биотехнологий и
биоинженерии



(подпись) Цыганков В.Ю.
(И.О. Фамилия)
17 февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Метаболическая инженерия в биотехнологии
Программа магистратуры 12.04.04 Биотехнические системы и технологии
Биологическая и метаболическая инженерия
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта программе магистратуры 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017 № 936.

Рабочая программа обсуждена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии, протокол № 2 от 17 февраля 2023 г.

И.о. Декана Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии: д-р. биол. наук, доцент Цыганков В.Ю.

Составитель: Ph.D., научный сотрудник Пентехина Ю.К.

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии и утверждена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____

2. Рабочая программа пересмотрена на на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии и утверждена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии и утверждена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии и утверждена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии и утверждена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____

Аннотация дисциплины

Метаболическая инженерия в биотехнологии

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы / 108 академических часов. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 1 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 18 часов, практических занятий в объеме 18 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 45 часов, контроль – 27 часов.

Язык реализации: русский.

Цель: сформировать современные представления о метаболической инженерии в биотехнологии; применить на практике основные методы биоинженерии, включающие планирование, конструирование, клонирование, исследования специфических особенностей метаболизма различных организмов и конструирования новых организмов и систем с направленно измененными метаболическими превращениями, а также использовать рекомбинантные технологии. Дисциплина включает изучение молекулярно-биологических основ биотехнологии, практическим применением метаболической инженерии и биоинженерии на биотехнологических производствах.

Задачи: сформировать у обучающихся основные теоретические и практические знания в области метаболической инженерии, предусмотренные данной программой; изучить основные методы, применяемые в использовании технологий; рассмотреть дисциплину как науку нового направления; освоить основные понятия, правила, и методы при использовании основных методов в различных видах промышленности.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ПК 4.1 Проводит комплекс мероприятий по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов и использует методы генной инженерии; ПК 4.2 Разрабатывает новые и модифицирует существующие биотехнологические процессы получения биологически активных веществ.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональный	ПК-4 Способен планировать развитие производства в области создания и интеграции биотехнических систем и технологий	ПК 4.1 Проводит комплекс мероприятий по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов и использует методы генной инженерии	Знает современные тенденции, перспективы развития, методы генной инженерии по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов
			Умеет организовывать и непосредственно осуществлять и внедрять разработку в производство
		ПК 4.2 Разрабатывает новые и модифицирует существующие биотехнологические процессы получения биологически активных веществ	Владеет комплексом мероприятий по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов с использованием методов генной инженерии
			Знает основные методы биоинженерии, используемые для разработки и модификации существующих биотехнологических процессов получения биологически активных веществ
			Умеет разрабатывать новые и модифицировать существующие биотехнологические процессы получения биологически активных веществ, используя

			современные методы и подходы метаболической и генетической инженерии
			Владеет знаниями и методами в разработке новых и модификации существующих биотехнологических процессов получения биологически активных веществ

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Метаболическая инженерия в биотехнологии» применяются следующие дистанционные образовательные технологии и методы / активного / интерактивного обучения: работа в малых группах; презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением; просмотр и обсуждение видеофильмов.

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: сформировать современные представления о метаболической инженерии в биотехнологии; применить на практике основные методы биоинженерии, включающие планирование, конструирование, клонирование, исследования специфических особенностей метаболизма различных организмов и конструирования новых организмов и систем с направленно измененными метаболическими превращениями, а также использовать рекомбинантные технологии. Дисциплина включает изучение молекулярно-биологических основ биотехнологии, практическим применением метаболической инженерии и биоинженерии на биотехнологических производствах.

Задачи: сформировать у обучающихся основные теоретические и практические знания в области метаболической инженерии, предусмотренные данной программой; изучить основные методы, применяемые в использовании технологий; рассмотреть дисциплину как науку нового направления; освоить основные понятия, правила, и методы при использовании основных методов в различных видах промышленности.

Дисциплина «Метаболическая инженерия в биотехнологии» является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений. Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ПК 4.1 Проводит комплекс мероприятий по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов и использует методы геномной инженерии; ПК 4.2 Разрабатывает новые и модифицирует существующие биотехнологические процессы получения биологически активных веществ.

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения
и результаты обучения по дисциплине:

Код и наименование профессиональ-ной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-4 Способен планировать развитие производства в области создания и интеграции биотехнических систем и технологий	ПК 4.1 Проводит комплекс мероприятий по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов и использует методы генной инженерии	Знает современные тенденции, перспективы развития, методы генной инженерии по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов
		Умеет организовывать и непосредственно осуществлять и внедрять разработку в производство
		Владеет комплексом мероприятий по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов с использованием методов генной инженерии
	ПК 4.2 Разрабатывает новые и модифицирует существующие биотехнологические процессы получения биологически активных веществ	Знает основные методы биоинженерии, используемые для разработки и модификации существующих биотехнологических процессов получения биологически активных веществ
		Умеет разрабатывать новые и модифицировать существующие биотехнологические процессы получения биологически активных веществ, используя современные методы и подходы метаболической и генетической инженерии
		Владеет знаниями и методами в разработке новых и модификации существующих

		биотехнологических процессов получения биологически активных веществ
--	--	--

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы (108 академических часов).

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт-роль	
1.	Раздел 1. Метаболическая инженерия в биотехнологии	1	18	0	18	0	23	27	Экзамен
	ИТОГО:		18	0	18	0	45	27	

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Метаболическая инженерия в биотехнологии

Тема 1. Метаболическая инженерия

Метаболическая инженерия. Метаболическая инженерия направлена на исследования специфических особенностей метаболизма различных организмов и конструирования новых организмов и систем с направленно измененными метаболическими превращениями субстратов в продукты жизнедеятельности для их практического использования в различных отраслях промышленности и техники, медицины и ветеринарии, экологии. Для исследований метаболизма различных организмов и его направленной модификации используются современные методы биохимии, молекулярной биологии и генетики.

Цели и задачи метаболической инженерии. Направлениями деятельности метаболической инженерии являются: повышение эффективности биоконверсии традиционных субстратов в естественные метаболиты, имеющие практическое значение (аминокислоты, нуклеотиды, витамины, антибиотики, биотопливо); биосинтез новых для данного организма веществ: рекомбинантные белки, новые антибиотики, полимеры и др.; утилизация отходов; использование возобновляемых источников сырья для традиционных производств. Конечная цель метаболической инженерии - использовать сконструированные организмы для производства ценных веществ в промышленных масштабах рентабельным способом.

Биоинженерия. Некоторые из общих стратегий, используемых для метаболической инженерии, включают сверхэкспрессию гена, кодирующего ограничивающий скорость фермент пути биосинтеза, блокирование конкурирующих метаболических путей, экспрессию гетерологичных генов и ферментную инженерия.

Клеточный метаболизм. Обзор клеточного метаболизма, транспортные реакции, реакции, питающие энергетический метаболизм, реакции биосинтеза, полимеризация, биохимия метаболических путей. Моделирование клеточных реакций. Примеры манипуляции путей, повышение выхода целевого продукта.

Метаболическая инженерия в биотехнологии. Метаболическая инженерия используется при производстве пива, вина, сыра, фармацевтических препаратов и других биотехнологических продуктов, а также в решении проблемы создания новых продуктов микробиологического синтеза.

Тема 2. Технологии рекомбинантных ДНК. Рекомбинантные технологии

Особенности планирования научно-исследовательской работы в зависимости от свойства фермента(ов). Технологии рекомбинантных ДНК и общие принципы конструирования промышленно важных продуцентов для

биотехнологии. Основные методы генетической инженерии. Конструирование экспрессионных праймеров, плазмиды. Клонирование, трансформация, экспрессия. Культивирование. Экспрессия и очистка целевых белков.

Рекомбинантные белки, аминокислоты и др. Субстраты, используемые для характеристики полученных рекомбинантных белков. Основные методы исследования. Сравнительная характеристика ферментов, биоинформатический анализ полученных данных. Использование рекомбинантных белков в промышленности.

Тема 3. Клеточная культура как объект исследований

Типы культивируемых клеток, характерные особенности. Основные принципы культивирования. Клеточные технологии, применение, развитие. Биологически активные вещества и их применение в биотехнологии. Принципиальные различия конструирования питательных сред для микробных культур и культур эукариотических клеток. Управление процессами культивирования. Стимуляция биохимических реакций (катализаторы). Основные принципы культивирования.

Клеточные технологии, основанные на культивировании *in vitro* органов, тканей, клеток и изолированных протопластов высших растений.

Клеточная инженерия в промышленности, биотехнологии и медицине. Совокупность базовых методов, используемых для конструирования новых клеток. Значение и применение клеточной инженерии.

Тема 4. Клеточная инженерия растений и животных

Трансгенные растения. Генная инженерия и улучшение качества растений при помощи известных генно-инженерных методов. Биотехнологические аспекты борьбы с возбудителями болезней растений, вредными насекомыми, сорной растительностью. Получение трансгенных растений, устойчивых к насекомым, грибной, бактериальной и вирусной инфекции. Гербицидустойчивые и устойчивые к стрессовым факторам трансгенные растения. Использование антибиотиков для борьбы с болезнями

растений. Биологические гербициды, фунгициды, инсектициды. Использование феромонов для борьбы с вредными насекомыми. Биотехнологическое производство антибиотиков, гербицидов, аттрактантов, экидизонов.

Трансгенные животные. Проблемы клонирования животных. Получение трансгенных животных и особенности получения у разных видов, а также трансгенные животные - продуценты биологически активных белков. Получение животных, устойчивых к инфекционным заболеваниям. Создание трансгенных коров с измененными свойствами и составом молока. Трансгенные овцы с измененным качеством шерсти. Генная инженерия птиц и рыб.

Тема 5. Конструирование штаммов-продуцентов биологически активных веществ

Редактирование генома. Мутагенез. Селекция. Современные технологии биоинженерии в биотехнологии. Полногеномное и таргетное секвенирование. Высокопроизводительный скрининг с применением клеточного сортирования.

Тема 6. Проектирование и управление технологическими процессами

Проектирование процессов ферментации на биотехнологических предприятиях, оптимизация, технологические параметры, процессы управления.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1-3. Метаболическая инженерия

Основы метаболической инженерии. Изучение биоконверсии традиционных субстратов в естественные метаболиты и использование продуктов деградации в биотехнологических производствах. Рациональная метаболическая инженерия. Конструирование штаммов для производства соединений различной химической природы, структуры и клеточной

локализации.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. Конструирование рекомбинантных организмов

Конструирование праймеров. Ферменты для молекулярного клонирования. Общая схема молекулярного клонирования на примере создания штамма-продуцента в кишечной палочке. Общая схема вектора на примере бактериальной экспрессионной плазмиды. Клонирование, праймеры. Отбор клонированных клеток. Нарботка и выделение плазмид, особенности культивирования бактериальных клеток. Электрофорез.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5-9. Экспрессия и выделение целевых белков

Трансформация. Праймеры. Экспрессия. Особенности культивирования. Выделение и очистка рекомбинантных белков. Хроматографические колонки для выделения рекомбинантных белков. Хранение. Исследование свойств. Субстраты. HPLC и другие.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10. Генетически важные продуценты

Использование рекомбинантных микроорганизмов различных систематических групп для получения коммерческих продуктов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11. Трансгенные растения

Биопродукция ценных для промышленности и медицины органических соединений в растениях и растительных клетках. Преимущества и проблемы биопродукции в растительной системе. Метаболическая инженерия растений. Создание растений, устойчивых к болезням, вредителям, гербицидам. Изменение пищевой ценности и внешнего вида растений. Повышение продуктивности и устойчивости к окружающей среде. Генетически-модифицированные продукты. Коммерциализация трансгенных растений и биобезопасность.

V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы/темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства*	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Метаболическая инженерия в биотехнологии	ПК-4.1 Проводит комплекс мероприятий по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов и использует методы геномной инженерии	Знает современные тенденции, перспективы развития, методы геномной инженерии по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов	УО-2	-
			Умеет организовывать и непосредственно осуществлять и внедрять разработку в производство	ПР-4	-
			Владеет комплексом мероприятий по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов с использованием методов геномной инженерии	ПР-6 ПР-7 ПР-12	-
		ПК-4.2 Разрабатывает новые и модифицирует существующие биотехнологические процессы получения биологически активных веществ	Знает основные методы биоинженерии, используемые для разработки и модификации существующих биотехнологических процессов получения биологически активных веществ	УО-2	
			Умеет разрабатывать новые и модифицировать существующие биотехнологические процессы получения биологически активных веществ, используя современные методы и подходы метаболической и генетической инженерии	УО-2 ПР-4	

			Владеет знаниями и методами в разработке новых и модификации существующих биотехнологических процессов получения биологически активных веществ	ПР-6 ПР-7 ПР-12	
	Экзамен			–	УО-1

* Формы оценочных средств:

1) собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); доклад, сообщение (УО-3); круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); и т.д.

2) тесты (ПР-1); контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-6); практические задания (ПР-7); портфолио (ПР-8); проект (ПР-9); деловая и/или ролевая игра (ПР-10); ситуационные задачи (ПР-11); рабочая тетрадь (ПР-12); кроссворды (ПР-13) и т.д.

3) тренажер (ТС-1); и т.д.

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;

- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;
- поиск информации по теме, с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
- подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
- выполнение домашних контрольных работ;
- выполнение тестовых заданий, решение задач;
- составление кроссвордов, схем;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- заполнение рабочей тетради;
- написание эссе, курсовой работы;
- подготовка к деловым и ролевым играм;
- составление резюме;
- подготовка к зачетам и экзаменам;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Субботина, Т.Н. Молекулярная биология и геновая инженерия: практикум / Т.Н. Субботина, П.А. Николаева, А.Е. Харсекина. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. - 60 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1032111>
2. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2022. - 161 с. – Режим доступа:

<https://urait.ru/bcode/491541>

3. Кони́чев, А.С. Молекулярная биология : учебник для вузов / А.С. Кони́чев, Г.А. Севастьянова, И.Л. Цветков. - 5-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2022. - 422 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/494720>

4. Молекулярная биология. Практикум: учебное пособие для вузов / А.С. Кони́чев [и др.]; под редакцией А.С. Кони́чева. - 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2022. - 169 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/494719>

5. Прошкина, Е.Н. Молекулярная биология: стресс-реакции клетки: учебное пособие для вузов / Е.Н. Прошкина, И.Н. Юранева, А.А. Москалев. – М.: Издательство Юрайт, 2022. - 101 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/493641>

6. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции. В 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. - 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2022. - 264 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/491271>

Дополнительная литература

1. Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты: учебное пособие для среднего профессионального образования / А.Ю. Винаров [и др.] ; под редакцией В.А. Быкова. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2022. - 274 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/496839>

2. Тулякова, О.В. Биология: учебник / О.В. Тулякова. - 2-е изд. стер. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2019. - 449 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1906951>

3. Джамбетова, П.М. Генетика микроорганизмов: учебное пособие для вузов / П.М. Джамбетова. – М.: Издательство Юрайт, 2022. - 122 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/497042>

4. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / под редакцией Н.В. Загоскиной, Л.В. Назаренко. - 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт,

2022. - 381 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/497604>

5. Степанова, Н.Ю. Основы биотехнологии переработки растительной продукции. Часть 1: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции и 19.03.02. Продукты питания из растительного сырья / Н. Ю. Степанова. - Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2019. - 91 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1902006>

6. Биотехнологические основы создания кормовых добавок с защитно-профилактическими свойствами : монография / Г. С. Волкова, Л. В. Римарева, Е. В. Куксова, Е. М. Серба. - Москва : ООО «Первое экономическое издательство», 2020. - 148 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1976005>

7. Ершов, Ю. А. Биохимия : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева ; под редакцией С. И. Щукина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 323 с. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/511971>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

1. NCBI: National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information. - URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
2. National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information. Blastn, Blastp. – URL: https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PAGE_TYPE=BlastSearch
3. Protein analysis. – URL : <https://web.expasy.org>
4. Carbohydrate active enzyme system. – URL : <http://www.cazy.org>
5. Domain structure analysis. – URL: <https://pfam.xfam.org>
6. Анализ последовательности белка. - URL: http://molbiol.ru/scripts/01_18.html
7. Aligned Sequences Analysis. - URL: <https://espript.ibcp.fr/ESPript/cgi-bin/ESPript.cgi>

8. Manually curated database of bioactive molecules with drug-like properties. - URL: <https://www.ebi.ac.uk/chembl/>
9. Type (Strain) Genome Server. - URL: <https://tygs.dsmz.de>
10. Научная электронная библиотека eLibrary.ru – <http://elibrary.ru>
11. Научная электронная библиотека КиберЛенинка – <http://cyberleninka.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Программное обеспечение: Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint, Chimera 1.13.1, PyMol.
2. Операционные системы: Linux, Windows.

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнении аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала и подготовку к лабораторным занятиям.

Освоение дисциплины «Метаболическая инженерия в биотехнологии» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Метаболическая инженерия в биотехнологии» является экзамен.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине «Метаболическая инженерия в биотехнологии» проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, корпус G, каб. G302)	Комплект учебной мебели (столы и стулья). Ученическая доска. Мультимедийное оборудование: Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см Документ-камера Avervision CP355AF ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA Мультимедийный проектор, Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718
Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий (690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, корпус L, каб. L304)	Комплект лабораторной мебели (столы и стулья). Специализированное лабораторное оборудование: Аквадистиллятор ДЭ-4, анализатор влажности, анализатор Лактан, баня термостатирующая, весы AD-5, весы ВЛТЭ-500, индикатор деформации клейковины, калориметр КФК-3, рефрактометр, рН-метр-213, рН-метр /иономер ИТАН, титратор Эксперт 006, шкаф сушильный, баня водяная ЛАБ-ТБ-6/24/Loir-LB-162, миксер BOSCH MFQ 1961, печь СВЧ ЛДЖ, холодильник Бломберг, центрифуга, шкаф вытяжной химический ШВ-Се1500н, шкаф для химреактивов ШР-900-2, прибор для определения пористости хлебобулочных изделий КВАРЦ-24, гомогенизатор, спектрофотометр, микроскоп Олимпус Оптикал, микроскоп Биомед, микроскоп Микромед 1 вар. 2-20 и др.
Аудитории для самостоятельной работы студентов (690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, корпус А, каб. А1007 (А1042))	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДВФУ. Комплекты учебной мебели (столы и стулья). Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C). Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS). Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскопечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками