

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы промышленной биотехнологии

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

19.04.01 - Биотехнология

Направленность образовательной программы

Общая биотехнология

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.06 Основы промышленной биотехнологии относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-4: Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1: Понимает, может описать принципы и перечислить современные инструментальные методы и технологии, необходимые для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-4.2: Применяет современные инструментальные методы и технологии, необходимые для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-4.3: Может осваивать новые методы и техники исследований, необходимые для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1: Знает современные биотехнологические инструментальные методы и технологии, необходимые для получения полезных для человека продуктов ОПК-4.2: Умеет применять современные инструментальные методы и технологии, необходимые для решения задач в области промышленной биотехнологии ОПК-4.3: Владеет опытом поиска и анализа литературных данных о современных методах и техниках в области промышленной биотехнологии	Доклад-презентация Собеседование Тест	Экзамен: Контрольные вопросы
ОПК-5: Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать	ОПК-5.1: Понимает принципы организации комплексных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований ОПК-5.2: Выполняет элементы планирования и проведения комплексных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований по	ОПК-5.1: Знает принципы организации комплексных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований в области промышленной биотехнологии ОПК-5.2: Умеет планировать и проводить комплексные экспериментальные и	Отчет по лабораторным работам Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

полученные экспериментальные данные	разработанной программе. ОПК-5.3: Применяет методы критического анализа, обобщения и интерпретации экспериментальных данных.	расчетно-теоретические исследования по разработанной программе ОПК-5.3: Владеет методами критического анализа, обобщения и интерпретации экспериментальных данных.		
ОПК-6: Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	ОПК-6.1: Имеет представление об основных принципах организации и ведения инновационной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений. ОПК-6.2: Осуществляет планирование, организацию и ведение инновационной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений. ОПК-6.3: Использует основные приемы организации и ведения инновационной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	ОПК-6.1: Знает параметры и способы проведения технологического процесса с целью повышения его эффективности, безопасности и экологичности ОПК-6.2: Умеет находить оптимальные параметры и способы проведения технологического процесса ОПК-6.3: Владеет знаниями для эффективного выполнения работы на биотехнологических производствах	Доклад-презентация Собеседование Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	36
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	60
- КСР	2
самостоятельная работа	10
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Основы промышленной биотехнологии. Типовая схема биотехнологического производства.	6	4	2	6	
Промышленные ферментеры	8	4	4	8	
Выделение и очистка продуктов ферментации	4	2	2	4	
Биотехнология органических кислот	24	4	18	22	2
Биотехнологии микробных полисахаридов	22	4	16	20	2
Производство аминокислот	10	4	4	8	2
Получение белка	8	4	2	6	2
Биотопливо	10	4	4	8	2
Получение этилового спирта	4	2	2	4	
Биотехнологические аспекты производства пива	4	2	2	4	
Производство дрожжей	6	2	4	6	
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	144	36	60	98	10

Содержание разделов и тем дисциплины

Основы промышленной биотехнологии. Типовая схема биотехнологического производства: Типовая схема биотехнологического производства; Задачи биотехнологической стадии производства; подготовительные стадии биотехнологического производства: стерилизация воздуха, подготовка и выбор сред, подбор культуры микроорганизмов; Плотность популяции, удельная скорость роста, время генерации популяции микроорганизмов; Основные закономерности непрерывного роста культур; Кривая роста популяции микроорганизмов и ее фазы.

Промышленные ферментеры: Классификация оборудования для культивирования микроорганизмов на твердых питательных средах; классификация ферментеров для глубинного культивирования; Характеристика ферментеров различных классов; Виды ферментации;

Выделение и очистка продуктов ферментации: Фильтрация и коагуляция культуральных жидкостей бактериального и грибного происхождения. Основные способы обработки культуральной жидкости для улучшения ее фильтруемости. Аппаратурное оформление процесса фильтрации. Методы выделения

продукта из твердой (экстрагирование) и жидкой фазы (экстракция, осаждение, сорбция). Экстрагирование из мицелия (биомассы), условия процесса, требования к растворителям. Выделение биотехнологического продукта из жидкой фазы (нативного раствора). Особенности процесса экстракции из жидкой фазы, соотношение двух жидких фаз, требования к растворителю и нативному раствору, причины образования и способы предотвращения эмульсий. Оборудование для проведения процесса экстракции малых и больших объемов нативного раствора. Осаждение высокомолекулярных веществ (ферментов) органическими растворителями и неорганическими солями (сульфатом аммония). Выделение целевого продукта методом сорбции.

Биотехнология органических кислот: Лимонная кислота: механизм биосинтеза, продуценты лимонной кислоты, способы ферментации, технология производства. Итаконовая, глюконовая, фумаровая кислоты: получение и применение.

Биотехнологии микробных полисахаридов: Строение и свойства бактериальной целлюлозы. Продуценты бактериальной целлюлозы. Биосинтез бактериальной целлюлозы. Влияние условий культивирования продуцента на образование и свойства бактериальной целлюлозы. Получение бактериальной целлюлозы на отходах биотехнологических производств. Перспективные направления использования бактериальной целлюлозы. Химическое строение, биосинтез и свойства ксантана, декстрана, левана, альгинатов. Продуценты ксантана, декстрана, левана, альгинатов. Факторы, влияющие на биосинтез ксантана, декстрана, левана, альгинатов. Технология получения ксантана, декстрана, левана, альгинатов. Применение ксантана, декстрана, левана, альгинатов.

Производство аминокислот: Микроорганизмы продуценты аминокислот. Биосинтез аминокислот и его регуляция. Биотехнология получения различных препаратов лизина. Производство глутаминовой кислоты. Технология получения триптофана.

Получение белка: История использования микроорганизмов для получения белка. Технологический процесс выращивания микроорганизмов. Основные виды сырья и используемые микроорганизмы. Перспективы производства белка с использованием микроорганизмов.

Биотопливо: Понятие биотоплива. Сырье и биологические агенты для получения биотоплив. Твёрдое биотопливо. Жидкое биотопливо. Биодизель, биоэтанол и др. Газовое биотопливо. Биогаз, биоводород и др. Агробιοценозы и установки для получения биотоплив.

Получение этилового спирта: Агенты и химизм спиртового брожения. Биохимические основы спиртового брожения. Физиология дрожжей. расход сахара на биосинтетические процессы и получение продуктов брожения. сбраживание сусла. Технология очистки спирта от бражки. Осахаривание крахмалсодержащего сырья.

Биотехнологические аспекты производства пива: Технологические основы производства пива. Характеристика дрожжей, используемых в пивоварении. Получение сусла. Затираание. Фильтрование затора. Охлаждение и осветление сусла. Кипячение сусла с хмелем. Сбраживание пивного сусла. Биохимические основы процесса сбраживания пивного сусла. Производственная оценка штаммов дрожжей, применяемых в производстве пива. Верховое и низовое брожение. Дображивание и выдержка пива. Осветление и розлив пива. Качественные показатели пива. Микробиологический контроль пивоваренного производства.

Производство дрожжей: Технология получения и использования дрожжевых культур в пищевой промышленности. Дрожжевое производство. Биохимические возможности дрожжевых клеток. Сущность и основные стадии технологического процесса производства дрожжей.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа по освоению материала проводится к каждому практическому занятию с привлечением конспектов лекций, знаний, полученных на практических занятиях, основной и дополнительной литературы по всем темам курса. Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет. Требования к докладу с презентацией:

Тему, которой будет посвящен доклад, выбирает сам студент по согласованию с преподавателем. Доклад должен иметь длительность 10-15 мин. Для подготовки докладов с презентациями обязательно использование рекомендованных преподавателем баз данных, самостоятельный отбор материала из интернет-источников свободного доступа, а также анализ статей (не менее 5ти) из научных журналов. Презентация и содержание доклада (не более 5 листов) со списком использованных источников информации оформляется в электронном виде и сдается преподавателю не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра. Презентация должна иметь до 15 слайдов, отражать и дополнять текст выступления.

Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам

Все отчеты должны быть оформлены в форме единого документа (в одной тетради либо отдельные листы сшиты в единый документ). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Подробно описан ход работы, приведены описания составов используемых питательных сред, методов стерилизации растительного материала, особенностей работы по конкретной методике. Раздел “Результаты” должен включать фотографии или зарисовки растений, первичные данные и их обработку в объеме, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Вывод работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные лабораторные работы к проверке не допускаются.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Технология биосинтеза кормового лизина
2. Технология биосинтеза треонина
2. Технология получения глюконовой кислоты.
4. Технология получения фумаровой кислоты.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

- 1.Производство левана
- 2.Комбуча
3. Биодизель
4. Получение молекулярного водорода
5. Технология производства кваса

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	проведен анализ учебной литературы со ссылки на научную литературу; присутствует логическая последовательность изложения материала, четкая целевая ориентация работы, ее завершенность; лаконичное и грамотное изложение материала; работа оформлена в соответствии с требованиями; продемонстрирован высокий уровень владения материалом.
отлично	проведен анализ учебной литературы со ссылками на научную литературу; присутствует логическая последовательность изложения материала, четкая целевая ориентация работы, ее завершенность; работа оформлена в соответствии с требованиями; продемонстрирован высокий уровень владения материалом.
очень хорошо	проведен анализ учебной литературы со ссылками на научную литературу; присутствует логическая последовательность изложения материала; работа оформлена в соответствии с требованиями; наличие грамматических ошибок в тексте; магистрант продемонстрировал высокий уровень владения материалом
хорошо	проведен анализ учебной литературы без ссылки на научную литературу; логическая последовательность изложения материала; незначительное количество грамматических ошибок в тексте; работа оформлена в соответствии с требованиями; магистрант продемонстрировал не столь высокий уровень владения материалом, ответил не на все вопросы.
удовлетворительно	проведен анализ учебной литературы без ссылки на научную литературу; нарушена логическая последовательность изложения материала; недостаточная аргументация сделанных выводов; наличие грамматических ошибок в тексте; работа оформлена с нарушением заявленных требований; магистрант продемонстрировал не столь высокий уровень владения материалом, ответил не на все вопросы.
неудовлетворительно	материал изложен непоследовательно и нелогично; в тексте встречается большое количество грамматических ошибок; работа оформлена с нарушением заявленных требований; магистрант продемонстрировал низкий уровень владения материалом.
плохо	работа не представлена либо не соответствует всем заявленным критериям,

Оценка	Критерии оценивания
	выполнена с нарушением требований, магистр не владеет материалом.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Типовая схема биотехнологического производства
2. Задачи биотехнологической стадии производства
3. Подготовительные стадии биотехнологического производства
4. Классификация оборудования для культивирования микроорганизмов на твердых питательных средах
5. классификация ферментеров для глубинного культивирования
6. Характеристика ферментеров различных классов
7. Основные способы разделения жидкости и биомассы
8. Плотность популяции, удельная скорость роста, время генерации популяции микроорганизмов
9. Основные закономерности непрерывного роста культур
10. Кривая роста популяции микроорганизмов и ее фазы
11. Фильтрация и коагуляция культуральных жидкостей бактериального и грибного происхождения
12. Основные способы обработки культуральной жидкости для улучшения ее фильтруемости (термическая и кислотная коагуляция, обработка электролитами и полиэлектролитами, внесение различных фильтрующих наполнителей)
13. Аппаратурное оформление процесса фильтрации
14. Методы выделения продукта из твердой (экстрагирование) и жидкой фазы (экстракция, осаждение, сорбция)
15. Экстрагирование из мицелия (биомассы), условия процесса, требования к растворителям
16. Выделение биотехнологического продукта из жидкой фазы (нативного раствора)
17. Особенности процесса экстракции из жидкой фазы, соотношение двух жидких фаз, требования к растворителю и нативному раствору, причины образования и способы предотвращения эмульсий.
18. Выделение целевого продукта методом сорбции.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

1. Строение и свойства бактериальной целлюлозы
2. Продуценты бактериальной целлюлозы
3. Биосинтез бактериальной целлюлозы
4. Влияние условий культивирования продуцента на образование и свойства бактериальной целлюлозы. П
5. Перспективные направления использования бактериальной целлюлозы.
6. Ксантан: химическое строение, биосинтез и свойства, продуценты, технология получения
7. Декстран: химическое строение, биосинтез и свойства, продуценты, технология получения
8. Леван: химическое строение, биосинтез и свойства, продуценты, технология получения
9. Альгинаты: химическое строение, биосинтез и свойства, продуценты, технология получения
10. Лимонная кислота: механизм биосинтеза, продуценты лимонной кислоты, способы ферментации, технология производства.
11. Итаконовая, глюконовая, фумаровая кислоты: получение и применение.
12. Микроорганизмы продуценты аминокислот. Биосинтез аминокислот и его регуляция.

13. Биотехнология получения различных препаратов лизина.
14. Производство глутаминовой кислоты.
15. Технология получения триптофана.
16. История использования микроорганизмов для получения белка. Технологический процесс выращивания микроорганизмов.
17. Основные виды сырья и используемые микроорганизмы.
18. Понятие биотоплива. Сырье и биологические агенты для получения биотоплив.
19. Твёрдое биотопливо. Жидкое биотопливо.
20. Биодизель, биоэтанол и др.
21. Газовое биотопливо. Биогаз, биоводород и др.
22. Агробιοοсенозы и установки для получения биотоплив.
23. Агенты и химизм спиртового брожения. Биохимические основы спиртового брожения.
24. Физиология дрожжей. расход сахара на биосинтетические процессы и получение продуктов брожения.
25. Сбраживание сусла.
26. Технология очистки спирта от бражки.
27. Технологические основы производства пива. Характеристика дрожжей, используемых в пивоварении.
28. Получение сусла.
29. Затираение.
30. Фильтрация затора.
31. Охлаждение и осветление сусла. Кипячение сусла с хмелем.
32. Сбраживание пивного сусла. Биохимические основы процесса сбраживания пивного сусла.
33. Верховое и низовое брожение.
34. Дображивание и выдержка пива.
35. Качественные показатели пива. Микробиологический контроль пивоваренного производства.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом. Студент дал полный и развернутый ответ, подтверждая теоретический материал практическими примерами.
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ, подтверждает теоретический материал практическими примерами.
очень хорошо	В целом хорошая подготовка. В ответе на вопрос имеются небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. В ответе на вопрос имеются небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы
удовлетворительно	Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может

Оценка	Критерии оценивания
	правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы.
плохо	Студент не отвечает на поставленные вопросы.

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

Выделение и очистка продуктов биосинтеза и органического синтеза имеет принципиальные отличия на стадиях процесса:

- а) всех;
- б) конечных;
- в) первых;

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

Вторичные метаболиты синтезируются (в большем количестве):

- а) в лаг-фазе;
- б) в фазе ускоренного роста;
- в) в логарифмической фазе;
- г) в фазе замедленного роста;
- д) в стационарной фазе;

5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

Способностью превращать сахар в этанол обладают:

- а) *Aspergillus oryzae*
- б) *Aspergillus terricola*
- в) *Escherichia coli*
- г) *Bacillus subtilis*
- д) *Saccharomyces cerevisiae*

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	95-100% правильных ответов

Оценка	Критерии оценивания
отлично	90-95% правильных ответов
очень хорошо	80-90% правильных ответов
хорошо	70-80% правильных ответов
удовлетворительно	60-70% правильных ответов
неудовлетворительно	60-40 % правильных ответов
плохо	менее 40 % правильных ответов

5.1.8 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

1. Изучение образования ксантана
2. Изучение образования декстрана
3. Изучение образования бактериальной целлюлозы
4. Биосинтез лимонной кислоты при культивировании микроскопических грибов
5. Получение уксусной кислоты
6. Культивирование дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Оформлен отчет о лабораторной работе согласно требованиям, указанным в п.4 РПД, исправлены все замечания преподавателя не позднее времени, указанного в п.4 РПД.
не зачтено	Не оформлен отчет о лабораторной работе согласно требованиям, указанным в п.4 РПД, не исправлены все замечания преподавателя не позднее времени, указанного в п.4 РПД либо отчет не сдан.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			

атор достиж ения							
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»

	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-4

Получение и характеристика штаммов-продуцентов целевых продуктов.

Основные этапы биотехнологических процессов.

Подготовительные этапы биотехнологических производств: очистка и стерилизация воздуха

Ферментеры для поверхностного культивирования

Биореакторы с подводом энергии к газовой фазе

Биореакторы с подводом энергии к жидкой фазе

Биореакторы с комбинированным подводом энергии

Методы выделения и очистки целевого продукта: разделение культуральной жидкости и биомассы.

Методы выделения и очистки целевого продукта: методы дезинтеграции клеток

Методы выделения целевого продукта: осаждение, экстракция, ионный обмен, баромембранные методы.

Пенообразование и пеногашение в ферментерах

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-5

Сырье для микробиологического и биотехнологического производств. Источники углеродного, азотного, минерального питания для синтеза целевого продукта.

Плотность популяции, удельная скорость роста, время генерации популяции микроорганизмов

Кинетические показатели, характеризующие потребление субстрата, скорость образования продуктов метаболизма

Принцип организации материальных потоков на биотехнологическом производстве: периодический, полупериодический, непрерывный, отъемно-доливной, многоциклический.

Нормативные документы, регламентирующие качество биотехнологической продукции

Кривая роста бактериальной популяции

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-6

Бактериальная целлюлоза. Химия процесса, применение бактериальной целлюлозы

Биосинтез ксантана. Химия процесса, применение ксантана

Биосинтез декстрана. Химия процесса, применение декстрана

Получение органических кислот. Технология получения лимонной кислоты. Сырье, продуценты, химизм процесса.

Получение аминокислот. Промышленное производство глутаминовой кислоты. Продуценты аминокислот. Сырье и питательные среды.

Производство кормовых белковых продуктов. Сырье. Продуценты.

Получение биогаза биотехнологическими методами.

Биодизель.

Промышленное получение этанола.

Производство пива. Технологическая схема

Биодизель

Производство дрожжей

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на практических занятиях.
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета
очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях.

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий.
плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Пищевая биотехнология: В 4 кн. Кн. 1. Основы пищевой биотехнологии / Рогов И.А., Антипова Л.В., Шуваева Г.П. - Москва : КолосС, 2013., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=638482&idb=0>.
2. Луканин Александр Васильевич. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : Учебное пособие / Российский университет дружбы народов. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023. - 304 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-011479-8. - ISBN 978-5-16-103738-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=835353&idb=0>.
3. Биотехнология : учеб. пособие для вузов : в 8 кн. Кн. 8. Инженерная энзимология / под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова ; авт. кн.: И. В. Березин [и др.]. - М. : Высшая школа, 1987. - 143 с. : ил. - 0.35., 23 экз.

Дополнительная литература:

1. Белкина Р. И. Технология производства солода, пива и спирта : учебное пособие / Белкина Р. И., Губанова В. М., Губанов М. В. - Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2018. - 140 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ГАУ Северного Зауралья - Технологии пищевых производств., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=720007&idb=0>.
2. Чернопольская Н. Л. Технология производства муки хлебопекарной и дрожжей прессованных /

Чернопольская Н. Л., Гришина Е. С. - Омск : Омский ГАУ, 2020. - 86 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Омский ГАУ - Технологии пищевых производств. - ISBN 978-5-89764-867-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730470&idb=0>.

3. Виноходов В. О. Общая биотехнология : учебник / Виноходов В. О., Виноходов Д. О., Виноходова М. В. - Санкт-Петербург : СПбГУВМ, 2022. - 156 с. - Книга из коллекции СПбГУВМ - Ветеринария и сельское хозяйство., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=863388&idb=0>.

4. Чечина О. Н. Общая биотехнология : учебное пособие / О. Н. Чечина. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 266 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-13660-9. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=842159&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Электронные каталоги, в том числе ЭК «Высшее образование»

- ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://biblio-online.ru>.
- ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>.
- ЭБС «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.
- ЭБС «Znaniy.com». Режим доступа: <http://znaniy.com/>.
- ЭБ Энциклопедии, справочники, словари

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: учебная мебель, доска, экран, проектор, переносное мультимедийное оборудование (ноутбук), беспроводной Интернет, лицензионное программное обеспечение. Лаборатория: лабораторная мебель, доска, центрифуга лабораторная, шкаф вытяжной, спектрофотометр, термостат, стерилизатор, микроскоп лабораторный, дозаторы лабораторные. Лаборатория для проведения стерилизации: раковина, автоклав, ультрафиолетовый облучатель.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 19.04.01 - Биотехнология.

Автор(ы): Аникина Надежда Андреевна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 5.12.2023, протокол № 2.