

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра зоотехнии и ветеринарии

УТВЕРЖДЕНА
решением учебно-методического совета
университета
(протокол №8 от 23 апреля 2025 г.)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель учебно-методического
совета университета
Р.А. Чмир
«23» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«ПРОМЫШЛЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»

Направление подготовки - 19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) Биотехнология

Квалификация выпускника - бакалавр

Мичуринск, 2025 г.

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Промышленная биотехнология» является изучение микробиологических процессов, которые лежат в основе крупных промышленных микробиологических производств (получение пищевого и кормового белка, удобрений, ферментов, вакцин, кислот и др.) и перспектив их развития.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Промышленная биотехнология» относится Блоку 1. Дисциплины (модули), Элективные Дисциплины Б1.В.ДВ.08.02 согласно учебному плану по данному направлению.

Для дисциплины (модуля) «Промышленная биотехнология» предшествующими дисциплинами являются: «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Основы биохимии», «Физическая химия», «Инженерная графика», «Прикладная механика». Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины необходимы при подготовке к сдаче государственного экзамена и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом 22.004 Специалист в области биотехнологий продуктов питания утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 года № 1046 н)

| Обобщенные трудовые функции (ОТФ) | Трудовые функции (ТФ) | Выбранные трудовые действия (ТД) |
|--|---|---|
| Ведение технологического процесса производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности | Управление качеством, безопасностью и прослеживаемостью производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности D/02.6 | Входной и технологический контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для организации рационального ведения технологического процесса производства в целях разработки мероприятий по повышению эффективности производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности |
| | | Учет сырья и готовой продукции на базе стандартных и сертификационных испытаний производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в целях обеспечения нормативов выхода готовой продукции в соответствии с технологическими инструкциями |
| | | Контроль технологических параметров и режимов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на соответствие требованиям технологической и эксплуатационной документации |
| | | Внедрение систем управления качеством, безопасностью и прослеживаемостью |

| | | |
|--|--|--|
| | | производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в целях обеспечения требований технических регламентов к видам пищевой продукции |
| | | Контроль над соблюдением технологической дисциплины в цехах и правильной эксплуатацией технологического оборудования по производству биотехнологической продукции для пищевой промышленности |
| | | Разработка методов технического контроля и испытания готовой продукции в процессе производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности |

Освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование:
профессиональных компетенций:

ПК-4- Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать современные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;

ПК – 5 Способен к реализации и управлению биотехнологическими процессами;

ПК-6 Способен проводить бактериологические, токсикологические исследования природных образцов, технических средств и технологических процессов с учетом экологических последствий их применения;

ПК-7 Способен обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда.

| Код и наименование универсальной компетенции | Критерии оценивания результатов обучения | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| | Код и наименование индикатора достижения универсальных компетенций | низкий (допороговый, компетенция не сформирована) | пороговый | базовый | продвину- тый |
| ПК-4. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать современные технические средства для измерения основных параметров биотехнологиче- | ИД-1 _{ПК-4} – Применяет методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве биотехнологической продукции | Не может формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Не может определять ожидаемые результаты решения | Не достаточно четко может формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Не достаточно | В достаточной степени может формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Достаточно четко может | Отлично формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Четко может определять ожи- |

| | | | | | |
|--|---|--|--|---|---|
| ских процессов, свойств сырья и продукции | | выделенных задач. | четко может определять ожидаемые результаты решения выделенных задач. | определять ожидаемые результаты решения выделенных задач. | даемые результаты решения выделенных задач. |
| | ИД-2 _{ПК-4} – Проводит оптимизацию технологических процессов производства биотехнологической продукции на базе стандартных пакетов прикладных программ | Не может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. | Недостаточно четко может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. | Достаточно хорошо может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. | Успешно может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. |
| ПК-5 Способен к реализации и управлению биотехнологическими процессами | ИД-1 _{ПК-5} – Применяет способы организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления биотехнологического процесса | Не применяет способы организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления биотехнологического процесса | Не достаточно применяет способы организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления биотехнологического процесса | В достаточной степени применяет способы организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления биотехнологического процесса | Свободно применяет способы организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления биотехнологического процесса |

| | | | | | |
|--|---|---|--|---|---|
| ПК-6. Способен проводить бактериологические, токсикологические исследования природных образцов, технических средств и технологических процессов с учетом экологических последствий их применения | ИД-1 _{ПК-6} Проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территорий, применяя природоохранные биотехнологии | Не проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территорий, применяя природоохранные биотехнологии | Не всегда проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территорий, применяя природоохранные биотехнологии | Достаточно часто проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территорий, применяя природоохранные биотехнологии | Всегда проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территорий, применяя природоохранные биотехнологии |
| | ИД-2 _{ПК-6} Осуществляет лабораторные исследования и экспертизу биологического материала | Не осуществляет лабораторные исследования и экспертизу биологического материала | Не всегда осуществляет лабораторные исследования и экспертизу биологического материала | Достаточно часто осуществляет лабораторные исследования и экспертизу биологического материала | Всегда осуществляет лабораторные исследования и экспертизу биологического материала |
| | ИД-3 _{ПК-6} Применяет биотехнологические приемы против появления очагов вредных организмов | Не применяет биотехнологические приемы против появления очагов вредных организмов | Не всегда применяет биотехнологические приемы против появления очагов вредных организмов | Обычно применяет биотехнологические приемы против появления очагов вредных организмов | Всегда применяет биотехнологические приемы против появления очагов вредных организмов |
| ПК-7. Способен обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда | ИД-1 _{ПК-7} Владеет правилами техники безопасности и охраны труда в профессиональной деятельности | Не владеет правилами техники безопасности и охраны труда в профессиональной деятельности | Не всегда владеет правилами техники безопасности и охраны труда в профессиональной деятельности | Достаточно часто владеет правилами техники безопасности и охраны труда в профессиональной деятельности | свободно владеет правилами техники безопасности и охраны труда в профессиональной деятельности |
| | ИД-2 _{ПК-7} Применяет правила производственной санитарии | Не применяет правила производственной санитарии | Не всегда применяет правила производственной санитарии | Достаточно часто применяет правила производственной санитарии | Всегда применяет правила производственной санитарии |

Обучающийся должен:

знать:

- историю возникновения, становления и развития биотехнологии;
- основные направления биотехнологии в промышленности;
- методы реализации и управления биотехнологическими процессами;

- менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества;
- информацию по использованию ресурсов предприятия;
- информацию по разработке технологических проектов в составе авторского коллектива.

уметь:

- проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов;
- анализировать достижения и ошибки, имевшие место в развитии биотехнологии;
- определять наиболее перспективные биотехнологические направления в промышленности для увеличения производства продукции;
- реализовывать и управлять биотехнологическими процессами;
- реализовывать системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества;
- систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия;
- участвовать в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива;

владеть:

- методами анализа достижения и ошибки, имевшие место в развитии биотехнологии;
- способами определения наиболее перспективные биотехнологические направления в промышленности для увеличения производства продукции;
- способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;
- практическими навыками к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества;
- способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия;
- способностью участвовать в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива.

3.1. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины (модуля) и формируемых в них профессиональных компетенций

| Темы, разделы дисциплины | Компетенции | | | | Общее количество компетенций |
|--|-------------|------|------|------|------------------------------|
| | ПК-4 | ПК-5 | ПК-6 | ПК-7 | |
| Раздел 1. Предмет промышленной биотехнологии. | + | + | + | + | 4 |
| Раздел 2. Типовая схема и основные стадии биотехнологических производств. | + | + | + | + | 4 |
| Раздел 3. Управление технологическими режимами периодических и | + | + | + | + | 4 |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| полупериодических процессов ферментации. | | | | | |
| Раздел 4. Методы выделения продуктов. | + | + | + | + | 4 |

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов.

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

| Вид занятий | Всего акад. часов по формам обучения | |
|---|--------------------------------------|------------------------------------|
| | По очной форме обучения (8 семестр) | По заочной форме обучения (4 курс) |
| Общая трудоемкость дисциплины | 72 | 72 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем | 36 | 4 |
| Аудиторные занятия, в т.ч. | 36 | 4 |
| Лекции | 12 | 2 |
| Практические занятия | 24 | 2 |
| Самостоятельная работа, в т.ч. | 36 | 64 |
| проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов) | 14 | 24 |
| подготовка к практическим занятиям | 12 | 20 |
| выполнение индивидуальных заданий | - | 10 |
| подготовка к сдаче модуля (выполнение тренировочных тестов) | 10 | 10 |
| Контроль | - | 4 |
| Вид итогового контроля | зачет | |

4.2. Лекции

| № | Раздел дисциплины (модуля), темы лекций | Объем в акад. часах | | Формируемые компетенции |
|---|---|----------------------|------------------------|---------------------------|
| | | очная форма обучения | заочная форма обучения | |
| 1 | Предмет промышленной биотехнологии. 1.1. Понятие «Промышленная биотехнология», преимущества биотехнологических процессов. | 0,5 | 0,5 | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 |
| 2 | Типовая схема и основные стадии биотехнологических производств. 2.1. Основные стадии биотехнологических производств | 2 | 0,5 | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 |
| | 2.2. Основные характеристики процесса ферментации | 2 | | |
| 3 | Управление технологическими режимами периодических и полупериодических про- | | 0.5 | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 |

| | | | | |
|---|--|-------------------|-----|---------------------------|
| | цессов ферментации 3.1. Основные технологические режимы периодических и полупериодических процессов ферментации. 3.2. Масштабирование процессов ферментации. 3.3. Биокатализ и биотрансформация. | 2 2 2 | | |
| 4 | Методы выделения продуктов. 4.1. Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма. 4.2. Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза. 4.3. Мембранные методы в биотехнологии. | 0,5 0,5 0,5 | 0.5 | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 |
| | Итого | 12 | 2 | |

4.3. Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.4. Практические занятия

| № раздела (темы) | Наименование занятия | Объем в акад. часах | | Формируемые компетенции |
|------------------|--|----------------------|------------------------|-------------------------|
| | | очная форма обучения | заочная форма обучения | |
| 1 | 1.1. Основные принципы стехиометрии. | 2 | 0.5 | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 |
| 2 | 2.1. Вывод «формулы» биомассы микроорганизмов. 2.2. Расчет выхода биомассы на углеродный субстрат. 2.3. Определение стехиометрических соотношений в реальных процессах ферментации 2.4. Расчет тепла, выделяемого в биохимическом процессе. | 2 2 2 2 | 0.5 | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 |
| 3 | 3.1. Уравнения ферментативной кинетики. 3.2. Методы иммобилизации ферментов. 3.3. Отделение биомассы от культурной жидкости. 3.4. Дезинтеграция клеток микроорганизмов. | 2 2 2 2 | 0.5 | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 |
| 4 | 4.1. Традиционные методы экстрагирования продуктов из биомассы. 4.2. Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза. 4.3. Мембранные методы в биотехнологии. 4.2. Нормативные документы биотехнологических производств. | 2 2 1 1 | 0.5 | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 |
| | Итого | 24 | 2 | |

4.5. Самостоятельная работа обучающегося

| № раздела | Раздел дисциплины тема | Вид самостоятельной работы | Объем акад. часов по формам обучения | |
|-----------|--|---|--------------------------------------|---------|
| | | | очное | заочное |
| 1 | Предмет промышленной биотехнологии. | проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов) | 8 | 10 |
| | | выполнение контрольной работы | - | 4 |
| | | подготовка к сдаче модуля | 2 | 2 |
| 2 | Типовая схема и основные стадии биотехнологических производств | проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов) | 8 | 10 |
| | | выполнение контрольной работы | - | 4 |
| | | подготовка к сдаче модуля | 1 | 1 |
| 3 | Управление технологическими режимами периодических и полупериодических процессов ферментации | проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов) | 8 | 10 |
| | | выполнение контрольной работы | - | 4 |
| | | подготовка к сдаче модуля | 2 | 2 |
| 4 | Методы выделения продуктов | проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов) | 8 | 12 |
| | | выполнение контрольной работы | - | 6 |
| | | подготовка к сдаче модуля | 1 | 1 |
| | Итого | - | 36 | 64 |

Перечень методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю) «Промышленная биотехнология»:

1. Самсонова О.Е. Методические указания для выполнения контрольных работ по дисциплине «Медицинская и ветеринарная биотехнология» по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» / О.Е. Самсонова. – Мичуринск, 2024.

4.6. Выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы

Выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы обучения является одним из видов учебной работы. Целью выполнения контрольной работы является:

- систематизация, закрепление и расширение полученных теоретических знаний и практических умений;
- формирование умений самостоятельно работать с информацией, использовать нормативную правовую, справочную, учебную и научную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Контрольная работа содержит пять теоретических заданий, которые выбираются согласно шрифту зачетной книжки студента.

4.7. Содержание разделов дисциплины «Промышленная биотехнология»

1. Предмет промышленной биотехнологии.

Понятие «Промышленная биотехнология». Виды технологий. Основные классы технологий. Виды биохимической деятельности микроорганизмов, используемые в биотехнологии. Преимущества биотехнологических процессов.

2. Типовая схема и основные стадии биотехнологических производств.

Биотехнологическая стадия. Ферментация. Биотрансформация. Биокатализ. Биоокисление. Метановое брожение. Биокомпостирование. Биосорбция. Бактериальное выщелачивание. Биodeградация. Подготовительные стадии.

Приготовление среды. Стерилизация среды. Подготовка и стерилизация газов. Подготовка посевного материала. Подготовка биокатализатора. Предварительная обработка сырья.

Разделение жидкости и биомассы. Отстаивание. Фильтрация. Сепарация, центрифугирование. Микрофильтрация, ультрафильтрация. Коагуляция. Флотация.

Выделение продуктов биосинтеза. Дезинтеграция клеток. Гидролиз. Ферментолиз. Автолиз. Экстракция. Осаждение. Адсорбция. Ионный обмен. Отгонка, ректификация. Ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос. Центрифугирование, ультрацентрифугирование.

Очистка продукта. Хроматография. Диализ. Кристаллизация.

Концентрирование продукта. Получение готовой формы продукта. Очистка стоков и выбросов.

Виды продуктов по их месту в типовой технологической схеме. Газы со стадии ферментации. Среда ферментации. Концентрат культурной жидкости. Жидкость, получающаяся после отделения биомассы от культуральной жидкости. Концентрат. Биомасса инактивированная. Биопрепарат. Ослабленная масса микроорганизмов. Внеклеточный биопродукт – легкокипящая жидкость. Внеклеточный биопродукт. Внутриклеточный продукт. Переработанная биомасса микроорганизмов. Среда ферментации.

Примеры блок-схем биотехнологических производств.

3. Управление технологическими режимами периодических и полупериодических процессов ферментации.

Основные технологические параметры ферментации. Особенности регулирования концентрации субстрата в периодических и полупериодических процессах ферментации. Преимущества и недостатки периодических и полупериодических процессов ферментации. Масштабирование процессов ферментации. Оптимизация времени завершения периодического процесса ферментации. Подход к масштабированию на основе концентрации растворенного кислорода. Биокатализ и биотрансформация. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен. Имобилизация ферментов. Общая оценка биотрансформации. Центрифугирование и сепарация.

4. Методы выделения продуктов.

Экстрагирование из биомассы клеток. Сушка. Лизис. Экстрагирование с перемешиванием. Экстрагирование в неподвижном слое. Организация межфазной поверхности. Экстрагирование «суперкритическими» жидкостями. Жидкофазная центробежная экстракция. Сорбционные методы. Ионный обмен. Иммуносорбция. Адсорбция микропористыми сорбентами. Мембранные методы. Микрофильтрация. Диализ. Ультрафильтрация. Хроматография. Биосорбция. Обратный осмос. Нормативные документы биотехнологических производств. Технические условия на продукт. Этапы разработки технологии. Технологический регламент производства.

5. Образовательные технологии

| Вид учебной работы | Образовательные технологии |
|------------------------|--|
| Лекции | Электронные материалы, использование мультимедийных средств, раздаточный материал |
| Практические занятия | Решение ситуационных задач, разбор конкретных управленческих ситуаций, тестирование, выполнение групповых аудиторных заданий, индивидуальные доклады |
| Самостоятельные работы | Защита и презентация результатов самостоятельного исследования на занятиях, контрольная работа |

6. Оценочные средства дисциплины (модуля)

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Промышленная биотехнология»

| № /п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции | Оценочное средство | |
|------|---|--------------------------------|---|---------------|
| | | | наименование | кол-во |
| 1 | Предмет промышленной биотехнологии. | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 | Тестовые задания Реферат Вопросы для зачета | 20 6 12 |
| 2 | Типовая схема и основные стадии биотехнологических производств. | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 | Тестовые задания Реферат Вопросы для зачета | 30 4 12 |
| 3 | Управление технологическими режимами периодических и полупериодических процессов ферментации. | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 | Тестовые задания Реферат Вопросы для зачета | 30 6 12 |
| 4 | Методы выделения продуктов. | ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7 | Реферат Тестовые задания Вопросы для зачета | 4 20 12 |

6.2. Перечень вопросов для зачета

1. Определение понятия «Промышленная биотехнология» (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).

2. Определение понятия «Технология» (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
3. Классы технологий (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
4. Виды биохимической деятельности, используемые в биотехнологии (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
5. Преимущества биотехнологических процессов в сравнении с химикотехнологическими (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
6. Назовите основные стадии типового биотехнологического производства (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
7. Подготовительные стадии в различных биотехнологических производствах (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
8. Процессы, происходящие на основной биотехнологической стадии производства (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
9. Сходства и различия в стадиях ферментации, биотрансформации и биокатализа (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
10. Процессы, происходящие на стадии разделения жидкости и биомассы (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
11. Процессы, используемые на стадиях выделения внеклеточных и внутриклеточных продуктов метаболизма (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
12. Процесс дезинтеграции, его отличие от стерилизации микроорганизмов (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
13. Процессы, используемые при очистке биопродукта от примесей (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
14. Процессы, применяемые для концентрирования биопродуктов (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
15. Получение готовых форм биопродукта (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
16. Классификация биотехнологического производства по типам технологических схем (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
17. Дайте понятие блок-схем биотехнологических производств (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
18. Опишите блок-схему производства кормового лизина (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
19. Опишите блок-схему производства хлебопекарных дрожжей (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
20. Опишите блок-схему производства ферментализатов биомассы (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
21. Масштабирование процесса ферментации (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
22. Конкордантные и дискордантные факторы (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
23. Ступенчатая субоптимальная программа режимного параметра (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
24. Преимущества и недостатки периодических процессов с подпиткой субстратом (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
25. Масштабирование «снизу вверх» и «сверху вниз» (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
26. Биокатализ и биотрансформация (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
27. Иммобилизация ферментов (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
28. Методы иммобилизации (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).

29. Преимущества и недостатки биокаталитических процессов (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
30. Общая оценка процессов-биотрансформации (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
31. Экстрагирование из биомассы клеток (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
32. Немеханические методы (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
33. Экстрагирование «суперкритическими» жидкостями (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
34. Жидкофазная центробежная экстракция(ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
35. Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
36. Ионный обмен (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
37. Иммуносорбция(ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
38. Адсорбция микропористыми сорбентами (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
39. Мембранные методы в биотехнологии (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7)
40. Микрофильтрация (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
41. Диализ (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
42. Ультрафильтрация (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
43. Хроматография (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
44. Биосорбция (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
45. Обратный осмос (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
46. Технические условия на продукт (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
47. Этапы разработки технологии (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).
48. Технологический регламент производства (ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7).

6.3. Шкала оценочных средств

| Оценка знаний, умений, навыков | Критерии оценивания | Оценочные средства (кол.баллов) |
|---|---|---|
| Продвинутый (75 -100 баллов) соответствует оценке «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> - глубокое и систематическое знание всего программного материала и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой; - отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией в области промышленная биотехнология; - знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой; - умение выполнять предусмотренные программой задания; - логически корректное и убедительное изложение ответа. | Тестовые задания (36-40 баллов) Реферат (8-10 баллов) Компетентностно-ориентированное задание 5 баллов Вопросы для зачета (31-50 баллов) |
| Базовый (50 -74 балла) – соответствует оценке «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> - знание узловых проблем промышленная биотехнология и основного содержания лекционного курса; - умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем программы; - знание важнейших работ из списка рекомен- | Тестовые задания (24-35) Компетентностно-ориентированное задание 4 балла Реферат (6- 9 бал- |

| | | |
|---|--|---|
| | дованной литературы; - умение выполнять предусмотренные программой задания; - в целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа. | лов) Вопросы для зачета (17-30) |
| Пороговый (35 - 49 баллов) – «зачтено» | - фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса промышленная биотехнология; - затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; - неполное знакомство с рекомендованной литературой; - частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; - стремление логически определено и последовательно изложить ответ. | Тестовые задания (15-24 балла) Реферат (5 баллов) Вопросы для зачета (15-16) |
| Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – соответствует оценке «неудовлетворительно» | - незнание, либо отрывочное представление об учебно-программном материале; - неумение выполнять предусмотренные программой задания. | Тестовые задания (менее 15 баллов) Реферат (0-4 балла) Вопросы для зачета (менее 15 баллов) |

Все комплекты оценочных средств (контрольно-измерительных материалов), необходимых для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины (модуля) подробно представлены в документе «Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)».

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Промышленная биотехнология»

7.1. Основная учебная литература:

1. Самсонова О.Е. УМКД «Промышленная биотехнология», Мичуринск.- 2024 г.
2. Антипова, Л. В. Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции : учебное пособие для вузов / Л. В. Антипова, О. П. Дворянинова ; под научной редакцией Л. В. Антиповой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 204 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12435-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473735>

7.2. Дополнительная учебная литература:

1. Биотехнология. В 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / под общ.ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. :

Издательство Юрайт, 2017. — 213 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-9941-9. [Электронный ресурс]. - <https://biblio-online.ru/viewer/biotechnologiya-v-2-chast-1-437436#page/1>

2. Бурачевский, И. И. Основы биотехнологии: плодово-ягодное и растительное сырье : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. И. Бурачевский, Р. А. Зайнуллин, Р. В. Кунакова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 402 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13729-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/466600>

3. Орехов, С.Н. Биотехнология: учебник для студ. учреждений высш. образования / С.Н. Орехов, И.Н. Чакалева, под ред. А.В. Катлинского. — М.: Изд. центр «Академия», 2014. — 288 с.

4. Чхенкели, В.А. Биотехнология: учеб. пособие / В.А. Чхенкели. — Спб.: Проспект Науки, 2014. — 336 с.

7.3. Методические указания по освоению дисциплины

1. Самсонова О.Е. Методические указания для практических занятий по дисциплине «Промышленная биотехнология» / О.Е. Самсонова. — Мичуринск, 2024 г.

2. Самсонова О.Е. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Промышленная биотехнология» по направлению 19.03.01 «Биотехнология» / О.Е. Самсонова. — Мичуринск, 2024 г.

3. Методические указания для выполнения контрольной работы обучающимися заочной формы по дисциплине «Промышленная биотехнология» по направлению 19.03.01 «Биотехнология» / О.Е. Самсонова. — Мичуринск, 2024 г.

7.4. Информационные и цифровые технологии (программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личностного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

7.4.1. Электронно-библиотечная системы и базы данных

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 03.04.2024 № б/н (Сетевая электронная библиотека)

2. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 09.04.2024 № 05-УТ/2024)

3. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»: Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 26.04.2024 № 1901/БП22)

4. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 07.05.2024 № 6555)

5. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)

6. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 02.02.2024 № 101/НЭБ/4712-п)

7. Соглашение о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскочечного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

7.4.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки, адаптации и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 28.02.2025 № 12413 /13900/ЭС).

2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 28.02.2025 № 194-01/2025).

7.4.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 05.09.2024 № 512/2024)

2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - <https://elibrary.ru/>

3. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru/>

4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - <https://rosstat.gov.ru/opendata>

7.4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

| № | Наименование | Разработчик ПО (правообладатель) | Доступность (лицензионное, свободно распространяемое) | Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии) | Реквизиты подтверждающего документа (при наличии) |
|---|--|---------------------------------------|---|---|--|
| 1 | Microsoft Windows, Office Professional | Microsoft Corporation | Лицензионное | - | Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно |
| 2 | Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity для бизнеса | АО «Лаборатория Касперского» (Россия) | Лицензионное | https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sp_hrase_id=415165 | Сублицензионный договор с ООО «Софттекс» от 09.12.2024 № б/н, срок действия: с |

| | | | | | |
|---|---|--|--------------------------------|---|--|
| | | | | | 09.12.2024 по 09.12.2025 |
| 3 | МойОфисСтандартный - Офисный пакет для работы с доку- ментами и почтой (myoffice.ru) | ООО «Новые облачные тех- нологии» (Рос- сия) | Лицензионное | https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sp_hrase_id=2698444 | Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 036410000081900001 2 срок действия: бес- срочно |
| 4 | Офисный пакет «Р7-Офис» (десктопная версия) | АО «Р7» | Лицензионное | https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sp_hrase_id=4435041 | Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 036410000082300000 7 срок действия: бес- срочно |
| 5 | Операционная систе- ма «Альт Образова- ние» | ООО "Базальт свободное про- граммное обес- печение" | Лицензионное | https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sp_hrase_id=4435015 | Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 036410000082300000 7 срок действия: бес- срочно |
| 6 | Программная система для обнаружения тек- стовых заимствова- ний в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagius.ru) | АО «Антипла- гиат» (Россия) | Лицензионное | https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sp_hrase_id=2698186 | Лицензионный дого- вор с АО «Антипла- гиат» от 23.05.2024 № 8151, срок дей- ствия: с 23.05.2024 по 22.05.2025 |
| 7 | Acrobat Reader - просмотр докумен- тов PDF, DjVU | Adobe Systems | Свободно рас- пространяемое | - | - |
| 8 | FoxitReader - просмотр докумен- тов PDF, DjVU | FoxitCorporation | Свободно рас- пространяемое | - | - |

7.4.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOWiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>
2. Режим доступа: <http://mikrobiki.ru/biotehnologii/biotehnologii/veterinarnaya-biotehnologiya.html> - «Микробы и человек»
3. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/> - свободная энциклопедия «Википедия»
4. Режим доступа: <https://www.chem21.info/info/1856541/> - справочник химика «Химия и химическая технология»
5. Режим доступа: <http://biofile.ru/>
6. Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2015/section/2015000875> - Студенческий науч-
ный форум

7.4.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: miro.com
3. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
4. Виртуальная доска Padlet: <https://ru.padlet.com>
5. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
6. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz
7. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru
8. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello <http://www.trello.com>

7.4.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины

| № | Цифровые технологии | Виды учебной работы, выполняемые с применением цифровой технологии | Формируемые компетенции |
|----|---------------------|--|-------------------------|
| 1. | Облачные технологии | Лекции Самостоятельная работа | ПК-4 |
| 2. | Большие данные | Лекции Самостоятельная работа | ПК-4 |

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

| | | |
|--|--|---|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г. Мичуринск, ул. Герасимова, дом № 130А, 5/26) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Колонки Micro (инв. № 2101041811); 2. Универсальное потолочное крепление (инв. № 2101041814) 3. Экран с электроприводом (инв. № 2101041810) 4. Проектор СТ - 180 С (инв. № 2101041808); 5. Компьютер Celeron E3300 OEM Монитор 18,5" LG W 1943 <p>Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.</p> <p>Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Microsoft Windows XP (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2003 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно). |
| Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Герасимова, дом № 130А, 5/29) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Стол лабораторный (инв. № 1101040658) 2. Шкаф лабораторный деревянный (инв. № 1101041122, 1101041121) | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| Учебная аудитория для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/239б) | 1. Доска классная (инв. № 2101063508) 2. Жалюзи (инв. № 2101062717) 3. Жалюзи (инв. № 2101062716) 4. Компьютер Celeron E3500, мат. плата ASUS, опер.память 2048Mb, монитор 19" AOC (инв.№ 2101045283, 2101045284, 2101045285) 5. Компьютер Pentium-4 (инв.№ 2101042569) 6. Моноблок iRU308 21.5 HDi3 3220/4Gb/500gb/GT630M 1Gb/DVDRW/MCR/DOS/WiFi/white/Web/ клавиатура, мышь (инв. № 21013400521, 21013400520) 7. Компьютер DualCore E 6500 (инв.№ 1101047186) 8. Компьютер торнадо Core-2 (инв.№ 1101045116, 1101045118, 1101045117) 9. Экран на штативе (инв.№ 1101047182) Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета. | 1. Microsoft Windows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно). 3. AutoCAD Design Suite Ultimate (договор от 17.04.2015 № 110000940282); 4. nanoCAD (версия 5.1 локальная, образовательная лицензия, серийный номер NC50B-270716 лицензия действительна бессрочно, бесплатная). 5. Программный комплекс «АСТ-Тест Plus» (лицензионный договор от 18.10.2016 № Л-21/16). 6. ГИС MapInfo Professional 15.0 для Windows для учебных заведений (лицензионный договор от 18.12.2015 №123/2015-у) |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 736 от 10.08.2021.

Автор: Самсонова О.Е. – доцент кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции животноводства, к.с.-х.н.

Рецензент: Кирина И.Б.- доцент кафедры биотехнологии, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур

Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры зоотехнии и ветеринарии (протокол № 10 от «15» апреля 2022 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 8 от «18» апреля 2022 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол №8 от «21» апреля 2022 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры зоотехнии и ветеринарии (протокол № 11 от «05» июня 2023 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 11 от 19 июня 2023 г.).

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 10 от 22 июня 2023 г.).

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры зоотехнии и ветеринарии (протокол № 9 от «06» мая 2024 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 10 от 20 мая 2024 г.).

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 9 от 23 мая 2024 г.).

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры зоотехнии и ветеринарии (протокол № 8 от «07» апреля 2025 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 8 от 21 апреля 2025 г.).

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 8 от 23 апреля 2025 г.).

Оригинал документа хранится на кафедре садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур