

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра микробиологии и иммунологии

Авторы-составители: Куюкина Мария Станиславовна

Рабочая программа дисциплины
МИКРОБНЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ
Код УМК 99393

Утверждено
Протокол №5
от «13» мая 2022 г.

Пермь, 2022

1. Наименование дисциплины

Микробные биотехнологии

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **06.04.01** Биология
направленность Биотехнология и генетика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Микробные биотехнологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

06.04.01 Биология (направленность : Биотехнология и генетика)

ПК.1 Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок

Индикаторы

ПК.1.2 применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании

ПК.3 Способен создавать и презентовать проекты

Индикаторы

ПК.3.1 участвует в проектировании в области биологических исследований

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	06.04.01 Биология (направленность: Биотехнология и генетика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	1,2
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение практических занятий, семинаров	48
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1) Необъективируемое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (1 триместр) Экзамен (2 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Микробные биотехнологии 1 семестр

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций выпускника в виде понимания фундаментальных основ промышленной микробиологии. В дисциплине рассматриваются проблемы создания устойчивых биокатализаторов для биотехнологических процессов на основе микроорганизмов, анализируется роль микробиологических коллекций как ресурса для биотехнологии, изучаются способы повышения каталитической активности микробных культур, рассматриваются вопросы биобезопасности в биотехнологии.

Коллекции микробных культур как ценные ресурсы для биотехнологии

Формирование сети специализированных коллекций микробиологических генетических ресурсов. Значение микробных коллекций немедицинского назначения для развития биотехнологии. Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов. Региональная профилированная коллекция алканотрофных микроорганизмов ИЭГМ. Коллекции клеточных линий, библиотеки генетических элементов и мутантных клонов. Базы данных о коллекционных штаммах микроорганизмов с биотехнологически значимыми свойствами. Международные информационные системы для направленного поиска микробных культур с целевыми характеристиками. Принципы депонирования в коллекциях и выдачи промышленно ценных штаммов микроорганизмов.

Микробные ферменты и метаболиты в промышленной биотехнологии

Метаболический пул микроорганизмов. Образование микроорганизмами ферментов, биологически активных веществ, антибиотиков, витаминов, токсинов и др. Направленный синтез продуктов микробиологического происхождения: общие концепции создания процессов. Технологии выделения и очистки ферментных препаратов, других микробных метаболитов. Инженерная энзимология. Поиск эффективных медиаторов ферментов и создание ферментно-медиаторных систем. Применение иммобилизованных ферментов и клеток. Конверсия глюкозы и лактозы, осахаривание полисахаридов, гидролиз нитрилов, биокаталитический синтез антибиотиков и других лекарственных средств. Микробные ферменты в реакциях органического синтеза. Энантиомерные биотрансформации органических соединений, получение оптически активных метаболитов. Синтез биогенных поверхностно-активных веществ (биоПАВ, биосурфактантов).

Проблемы создания устойчивых биокатализаторов для биотехнологических процессов

Физико-химические методы повышения стабильности микробных биокатализаторов. Принципы создания иммобилизованных ферментных и клеточных систем. Масштабирование процессов получения биокатализаторов на основе рекомбинантных штаммов. Способы иммобилизации микроорганизмов на природные и искусственные носители. Гетерогенные полифункциональные биокатализаторы на основе иммобилизованных микроорганизмов. Преимущества иммобилизованных биокатализаторов: высокая операционная стабильность, резистентность к воздействию негативных факторов, длительность биокаталитического действия, высокий выход целевых продуктов. Научно-методологические подходы к оценке каталитической активности иммобилизованных систем.

Генетическая и метаболическая инженерия микробных клеток в биотехнологии

Понятия метаболома и метаболона в метаболомике. Принципы выделения и идентификации метаболитов, входящих в метаболом микроорганизма. Составление метаболического профиля для внутриклеточных (metabolic fingerprinting) и внеклеточных (metabolic footprinting) метаболитов. Методы геномики и протеомики в микробной биотехнологии. Анализ метаболических потоков и идентификация ключевых регулирующих структур в пределах одного микроорганизма. Принципы введения новых путей метаболизма в конкретные микроорганизмы для получения целевых биотехнологических продуктов без ингибирования центрального клеточного метаболизма. Идентификация «узкого места» в

метаболической сетке, лимитирующего скорости потоков углерода и энергии микробной клетки. Методы молекулярного моделирования в конструировании новых метаболически регулируемых систем микроорганизмов. Успехи и проблемы программирования и интеграции данных при моделировании молекулярных интерактивных сетей.

Микробиологические процессы в основе экологической биотехнологии

Экологическая биотехнология как инструмент выживания и устойчивого развития человечества. Современные биотехнологии очистки воздуха и утилизации газовых выбросов промышленных предприятий и транспорта. Типы биофильтрационных устройств, используемых в очистке воздушных потоков. Микробиологические процессы самоочищения водных и почвенных экосистем. Интенсивная очистка загрязненных водных экосистем. Биологическая обработка сточных вод, удаление из них соединений углерода, азота, фосфора, серы и тяжелых металлов. Аэротенки. Биофильтры. Анаэробные биореакторы. Биоремедиация почвенных экосистем, загрязненных нефтью и другими ксенобиотиками. Биопрепараты, экологические аспекты интродукции микроорганизмов. Микробиологическая обработка твердых промышленных и бытовых отходов. Микробиологические процессы в основе функционирования полигонов ТБО.

Микробные биотехнологии 2 семестр

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций выпускника в виде понимания фундаментальных основ промышленной микробиологии. В дисциплине рассматриваются проблемы создания устойчивых биокатализаторов для биотехнологических процессов на основе микроорганизмов, анализируется роль микробиологических коллекций как ресурса для биотехнологии, изучаются способы повышения каталитической активности микробных культур, рассматриваются вопросы биобезопасности в биотехнологии.

Микробный биокатализ и биосинтез в производстве новых фармацевтических средств

Принципы получения биологически активных соединений на основе использования непатогенных микроорганизмов в качестве биокатализаторов процессов направленных трансформаций органических соединений. Поиск новых продуцентов биологически активных соединений и первичный скрининг микробных метаболитов на проявление биологической активности. Изучение структурно-функциональной организации процессов микробного биосинтеза гликолипидов и пептидов с высокой физиологической активностью. Направленные биотрансформации органических соединений (углеводородов, стероидов, органических сульфидов, пентациклических терпеноидов лупанового типа и других веществ) микроорганизмами с целью получения биологически активных интермедиатов. Перспективы медицинской биотехнологии. Производство диагностических средств. Иммунопрепараты. Основы создания экологически безопасных биотехнологий производства биологически активных соединений микробного происхождения.

Современные тенденции использования микроорганизмов в пищевой промышленности и сельском хозяйстве

Производство аминокислот, витаминов, ферментов, биосурфактантов и биологически активных соединений микробного происхождения для пищевой промышленности и сельского хозяйства. Пробиотики, антибиотики и вакцины в животноводстве. Получение препаратов азотфиксирующих бактерий и микроорганизмов, улучшающих свойства почв. Получение инсектицидных и антагонистических препаратов бактерий и грибов для создания новых средств защиты растений. Микробиологическая переработка отходов сельского хозяйства.

Метаболические процессы микроорганизмов в основе биоэнергетики

Основные направления микробной биоэнергетики: производство биогаза, биобутанола, биодизеля,

жирных кислот, углеводов; производство биоводорода, получение тепловой энергии. Производство биогаза путем метанового «брожения» отходов. Стадии метаногенеза, микроорганизмы, ингибиторы процесса. Перспективы и проблемы микробиологической конверсии целлюлозосодержащих растительных остатков. Получение углеводов на основе микроводорослей. Производство биоводорода на основе бактерий. Получение тепловой энергии активным компостированием (микробное окисление).

Наномикробиология и нанобиотехнология

Нанокапсулирование лекарственных препаратов и пищевых добавок микробными полимерами. Механизмы повышения биосовместимости нанокапсул. Микроэмульсионное инкапсулирование – новый способ получения микрокапсулированных систем путем формирования липофильной оболочки на поверхности капель микроэмульсии. Закономерности возникновения микроэмульсионной фазы, формирования полимерной оболочки и выделения полученных микрокапсул. Биосинтез наночастиц металлов с использованием микроорганизмов. Наномодификации поверхностей для получения новых материалов с улучшенными функциональными характеристиками.

Принципы биобезопасности в биотехнологии

Генетически измененные микроорганизмы как новый фактор воздействия на природную среду. Ограничения использования плазмид в микробиологических производствах вследствие возможного нежелательного распространения их в микроорганизмах окружающей среды. Проблемы интродукции рекомбинантных штаммов микроорганизмов. Перспективы создания нового поколения “безплазмидных” штаммов-продуцентов и деструкторов для биотехнологии. Конвенция "О запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении". Агенты биологического оружия третьего (постгеномного) поколения. Пути противодействию биотерроризму.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 315 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03805-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/432161>
2. Прикладная экобиотехнология. В 2 томах. Т.1 : учебное пособие / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 670 с. — ISBN 978-5-00101-850-6 (т.1), 978-5-00101-849-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/99857.html>
3. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 332 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03806-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/434412>

Дополнительная:

1. Прикладная экобиотехнология. В 2 томах. Т.2 : учебное пособие / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 490 с. — ISBN 978-5-00101-851-3 (т.2), 978-5-00101-849-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/99856.html>
2. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : учебное пособие / А.В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 304 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/18209. - ISBN 978-5-16-011479-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система Znanium : [сайт]. <https://znanium.com/catalog/product/1893661>
3. Пищевая микробиология: эмерджентные зоонозы : учебное пособие для вузов / А. В. Куликовский, З. Ю. Хапцев, Д. А. Макаров, А. А. Комаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 233 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11126-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/444512>
4. Исмаилов, Н. М. Биотехнология нефтедобычи. Принципы и применение : учебное пособие / Н. М. Исмаилов. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 172 с. — ISBN 978-5-9729-0531-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/115108>
5. Ившина И. Б.,Криворучко А. В.,Куюкина М. С. Биоразнообразие и систематика микроорганизмов:учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Биология"/И. Б. Ившина, А. В. Криворучко, М. С. Куюкина.-Пермь:ГПНИУ,2019, ISBN 978-5-7944-3421-7.-303.-Библиогр.: с. 255-271 <https://elis.psu.ru/node/629492>
6. Плотникова Е. Г.,Корсакова Е. С. Генетика прокариот и вирусов:учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Биология"/Е. Г. Плотникова, Е. С. Корсакова.-Пермь:ПГНИУ,2018, ISBN 978-5-7944-3060-8.-92.-Библиогр.: с. 91
7. Углекислородфиксирующие родококки: особенности биологической организации под воздействием экотоллютантов:атлас-монография/И. Б. Ившина [и др.] ; ред. И. Б. Ившина, ISBN 978-5-7691-2546-1-

Библиогр.: с. 73-89

8. Емцев, В. Т. Сельскохозяйственная микробиология : учебник для академического бакалавриата / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 197 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-11223-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт].
<https://www.urait.ru/bcode/444770>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Микробные биотехнологии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);
- 2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);
- 3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Микробные биотехнологии**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.2 применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании</p>	<p>Знает основные положения о микробиологических коллекциях, имеет представление о биоресурсных центрах, применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает основные положения о микробиологических коллекциях, не имеет представления о биоресурсных центрах, не применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.</p> <p align="center">Удовлетворительн Знает базовые положения о микробиологических коллекциях, имеет фрагментарное представление о биоресурсных центрах, не применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.</p> <p align="center">Хорошо Хорошо знает основные положения о микробиологических коллекциях, имеет представление о биоресурсных центрах, применяет с посторонней помощью существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.</p> <p align="center">Отлично Отлично знает основные положения о микробиологических коллекциях, имеет представление о биоресурсных центрах, применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.</p>
<p>ПК.1.2 применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании</p>	<p>Знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, владеет методами культивирования промышленно</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, не владеет методами культивирования</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>наук в локальном исследовании</p>	<p>ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, умеет применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.</p>	<p>Неудовлетворител промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, не умеет применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.</p> <p>Удовлетворительн Плохо знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, отрывочно владеет методами культивирования промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, не умеет применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.</p> <p>Хорошо Хорошо знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, владеет отдельными методами культивирования промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, умеет с посторонней помощью применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.</p> <p>Отлично Отлично знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, полностью владеет методами культивирования промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, умеет применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.</p>

ПК.3

Способен создавать и презентовать проекты

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.3.1 участвует в проектировании в области биологических исследований	Знает современные методы селекции и генетической модификации штаммов микроорганизмов – биодеструкторов и продуцентов ценных метаболитов, имеет представление о механизмах обеспечения безопасности работы микробиологического производства, умеет применять методы биоинформатики и матмоделирования для оптимизации биотехнологических процессов, участвует в проектировании в области биологических исследований.	<p>Неудовлетворител Не знает современные методы селекции и генетической модификации штаммов микроорганизмов – биодеструкторов и продуцентов ценных метаболитов, не имеет представления о механизмах обеспечения безопасности работы микробиологического производства, не умеет применять методы биоинформатики и матмоделирования для оптимизации биотехнологических процессов, не участвует в проектировании в области биологических исследований.</p> <p>Удовлетворительн Знает отдельные современные методы селекции и генетической модификации штаммов микроорганизмов – биодеструкторов и продуцентов ценных метаболитов, имеет базовое представление о механизмах обеспечения безопасности работы микробиологического производства, не умеет применять методы биоинформатики и матмоделирования для оптимизации биотехнологических процессов, не участвует в проектировании в области биологических исследований.</p> <p>Хорошо Хорошо знает современные методы селекции и генетической модификации штаммов микроорганизмов – биодеструкторов и продуцентов ценных метаболитов, имеет представление о механизмах обеспечения безопасности работы микробиологического производства, умеет применять базовые методы биоинформатики и матмоделирования для оптимизации биотехнологических процессов, участвует с посторонней помощью в проектировании в области биологических исследований.</p> <p>Отлично Отлично знает отдельные современные методы селекции и генетической модификации штаммов микроорганизмов – биодеструкторов и продуцентов ценных</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>метаболитов, имеет исчерпывающее представление о механизмах обеспечения безопасности работы микробиологического производства, умеет применять методы биоинформатики и матмоделирования для оптимизации биотехнологических процессов, участвует в проектировании в области биологических исследований.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 30 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 30 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1.2 применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Коллекции микробных культур как ценные ресурсы для биотехнологии Письменное контрольное мероприятие	Понятие биоресурсного центра. Классификации микробных коллекций. Правила депонирования биологических агентов.
ПК.1.2 применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Проблемы создания устойчивых биокатализаторов для биотехнологических процессов Необъективируемое контрольное мероприятие	Участие в дискуссии о роли микробиологических коллекций в развитии биотехнологии и обеспечении безопасности биотехнологических производств.
ПК.1.2 применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Микробиологические процессы в основе экологической биотехнологии Защищаемое контрольное мероприятие	Принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, методы культивирования промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, умение планировать и осуществлять исследование.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Коллекции микробных культур как ценные ресурсы для биотехнологии

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Отлично ориентируется в классификации микробных коллекций и их современном состоянии.	10
Обладает глубокими знаниями о понятии биоресурсного центра.	10
В полной мере знаком с правилами депонирования биологических агентов.	10

Проблемы создания устойчивых биокатализаторов для биотехнологических процессов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Студент принимал активное участие в дискуссии о роли микробиологических коллекций в развитии биотехнологии и обеспечении безопасности биотехнологических производств, задавал вопросы.	30
Студент принимал участие в дискуссии о роли микробиологических коллекций в развитии биотехнологии и обеспечении безопасности биотехнологических производств, задавал вопросы.	20
Студент принимал участие в дискуссии о роли микробиологических коллекций в развитии биотехнологии и обеспечении безопасности биотехнологических производств, не задавал вопросов.	10
Студент не принимал участия в дискуссии о роли микробиологических коллекций в развитии биотехнологии и обеспечении безопасности биотехнологических производств, не задавал вопросов.	0

Микробиологические процессы в основе экологической биотехнологии

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17.3**

Показатели оценивания	Баллы
Отлично знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, полностью владеет методами культивирования промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, умеет применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.	40
Хорошо знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, владеет отдельными методами культивирования промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, умеет с посторонней помощью применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.	30
Плохо знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, отрывочно владеет методами культивирования промышленно ценных	20

микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, не умеет применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.	
Не знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, не владеет методами культивирования промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, не умеет применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.	10

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1.2 применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Микробный биокатализ и биосинез в производстве новых фармацевтических средств Письменное контрольное мероприятие	Знает принципы получения биологически активных соединений на основе использования непатогенных микроорганизмов. Владеет методами поиска новых продуцентов биологически активных соединений. Умеет проводить первичный скрининг микробных метаболитов на проявление биологической активности.
ПК.1.2 применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Метаболические процессы микроорганизмов в основе биоэнергетики Защищаемое контрольное мероприятие	Подготовка и представление презентации на выбранную тему, анализ литературы и использование внешних источников для подготовки материала, ответы на поставленные вопросы.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.3.1 участвует в проектировании в области биологических исследований	Принципы биобезопасности в биотехнологии Итоговое контрольное мероприятие	Знание современных методов селекции и генетической модификации штаммов микроорганизмов – биодеструкторов и продуцентов ценных метаболитов, представление о механизмах обеспечения безопасности работы микробиологического производства, умение применять методы биоинформатики и матмоделирования для оптимизации биотехнологических процессов, участие в проектировании в области биологических исследований.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Микробный биокатализ и биосинез в производстве новых фармацевтических средств

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Отлично знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, свободно владеет методами культивирования промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, умеет самостоятельно применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.	30
Хорошо знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, владеет основными методами культивирования промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, умеет применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.	25
Знает фрагментарно основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, слабо владеет методами культивирования промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, не умеет без посторонней помощи применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.	15
Не знает основные принципы микробного биокатализа и микробиологических производств, слабо владеет методами культивирования промышленно ценных микроорганизмов и оценки их биотехнологически значимых свойств, не умеет применять существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании.	10

Метаболические процессы микроорганизмов в основе биоэнергетики

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Презентация по одной из предложенных тем. Результаты свидетельствуют о том, что студент осознанно владеет знаниями по теме и способен использовать внешние источники информации. Дано полное и информативное изложение исследуемой проблемы, научный материал изложен корректно, в логической последовательности. Презентация и текст соответствуют всем требованиям к качеству, ответы на вопросы расширены, студент свободно владеет терминологией и понятиями.	30
Подготовка презентации на выбранную тему. Результаты свидетельствуют о том, что студент осознанно владеет знаниями по данной теме. Дано содержательное, но содержащее некоторые пробелы изложение изучаемой проблемы, научный материал изложен в целом грамотно и последовательно. Презентация и текст соответствуют основным требованиям к качеству, ответы на вопросы неполные, студент знает основные термины и понятия.	25
Подготовка презентации на выбранную тему. Результаты свидетельствуют о том, что студент обладает неполной системой базовых знаний по данной теме. Дано неполное изложение исследуемой проблемы, представленный материал содержит существенные ошибки и элементы плагиата. Презентация соответствует только основным требованиям к качеству, ответы на вопросы неточны, студент слабо владеет научной терминологией.	15
Подготовка презентации на выбранную тему. Результаты свидетельствуют об усвоении лишь некоторых элементарных знаний по данной теме. Нет представления об изучаемой проблеме, материал не представлен или является плагиатом. Презентация не соответствует общепринятым требованиям к качеству, ответы на вопросы неудовлетворительны, студент не владеет научной терминологией.	10

Принципы биобезопасности в биотехнологии

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Отлично знает отдельные современные методы селекции и генетической модификации штаммов микроорганизмов – биодеструкторов и продуцентов ценных метаболитов, имеет исчерпывающее представление о механизмах обеспечения безопасности работы микробиологического производства, умеет применять методы биоинформатики и матмоделирования для оптимизации биотехнологических процессов, участвует в проектировании в области биологических исследований.	40
Хорошо знает современные методы селекции и генетической модификации штаммов микроорганизмов – биодеструкторов и продуцентов ценных метаболитов, имеет представление о механизмах обеспечения безопасности работы микробиологического производства, умеет применять базовые методы биоинформатики и матмоделирования для оптимизации биотехнологических процессов, участвует с посторонней помощью в	30

проектировании в области биологических исследований.	
Знает отдельные современные методы селекции и генетической модификации штаммов микроорганизмов – биодеструкторов и продуцентов ценных метаболитов, имеет базовое представление о механизмах обеспечения безопасности работы микробиологического производства, не умеет применять методы биоинформатики и матмоделирования для оптимизации биотехнологических процессов, не участвует в проектировании в области биологических исследований.	20
Не знает современные методы селекции и генетической модификации штаммов микроорганизмов – биодеструкторов и продуцентов ценных метаболитов, не имеет представления о механизмах обеспечения безопасности работы микробиологического производства, не умеет применять методы биоинформатики и матмоделирования для оптимизации биотехнологических процессов, не участвует в проектировании в области биологических исследований.	10