

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра микробиологии и иммунологии

Авторы-составители: **Максимов Александр Юрьевич**

Рабочая программа дисциплины

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ BIOTEХНОЛОГИИ

Код УМК 85680

Утверждено
Протокол №5
от «15» мая 2023 г.

Пермь, 2023

1. Наименование дисциплины

Процессы и аппараты 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 **Процессы и аппараты биотехнологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

06.04.01 Биология (направленность : Биотехнология и генетика)

ОПК.5 Способен участвовать в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности и контроле их экологической безопасности с использованием живых объектов

Индикаторы

ОПК.5.1 Участвует в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	06.04.01 Биология (направленность: Биотехнология и генетика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	1
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	12
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (1 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Введение в биотехнологические процессы и аппараты

Рассматриваются:

Введение в биотехнологические процессы и аппараты

Основные понятия. Основы классификации биотехнологических процессов.

История развития биотехнологических процессов и аппаратов

Технологические основы биотехнологических производств. Классификация биотехнологических процессов

Рассматриваются:

Технологические основы биотехнологических производств

Классификация биотехнологических процессов

Гидро- и аэромеханические процессы и аппараты.

Тепловые процессы и аппараты.

Массообменные процессы и аппараты.

Механические процессы и аппараты

Химические, биохимические, ферментационные процессы и аппараты

Критерии оценки эффективности процессов

Субстраты и среды. Приготовление сред и растворов. Методы стерилизации.

Рассматриваются:

Основные химические и физические методы стерилизации, основы стерильной работы, асептики и антисептики,

Компоненты и процессы приготовления сред и растворов.

Субстраты и среды в биотехнологическом производстве

Ферментация. Биохимические реакторы.

Рассматриваются:

Основы культивирования клеток, основы ферментации.

Основы кинетики ферментационных процессов.

Типы ферментационных процессов

Типы ферментеров по аэрации и подводу газовой фазы, по механизму перемешивания и массообмена,

Гомогенные и гетерогенные процессы.

Иммобилизация клеток и биомолекул.

Методы разрушения клеток, биомассы, биогенного сырья и материалов.

Методы разрушения клеток и биомассы

– Механическое разрушение (размалывание, растирание, механическая гомогенизация),

– Замораживание-оттаивание

– Ферментативный лизис и автолиз

– Ультразвуковая дезинтеграция

– Гидравлические и кавитационные методы. Френч-прессы. Гомогенизаторы высокого давления.

Методы разделения и концентрирования. Выделение и очистка продуктов биотехнологических производств.

Методы разделения.

– Центробежные и гравитационные методы.

Сепарация, центрифугирование, центробежная экстракция.

– Фильтрационные методы

Фильтрация, микро- и ультрафильтрация, диализ, обратный осмос.

– Хроматографические методы. Ад

– Электрофоретические методы и электросепарация.

– Разные физико-химические методы разделения (экстракция, адсорбция, дистилляция и ректификация, флотация, осаждение, флокуляция, коагуляция, аффинное разделение, кристаллизация,).

– Выпаривание, сушка, вакуумная сушка, лиофилизация

Получение товарного продукта и хранение. Основы расчёта процессов и аппаратов

Основы расчёта процессов и аппаратов

Принципы расчёта гидро – и аэромеханических процессов и аппаратов.

Принципы расчёта тепловых процессов и аппаратов.

Принципы расчёта массообменных процессов и аппаратов.

Принципы расчёта механических процессов и аппаратов.

Принципы расчёта химических, биохимических, ферментационных процессов и аппаратов.

Технологические линии и комплексы биотехнологических производств.

Рассматриваются:

Технологические линии производства микробной биомассы, биомассы, ферментов.

Производство первичных метаболитов - продуктов брожения, вторичных метаболитов - антибиотиков,

Имунобиологические производства.

Технологические линии биокаталитического синтеза.

Установки биологической очистки.

Периферическое оборудование.

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. 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>
2. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств : учебное пособие / А.В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 451 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/16718. - ISBN 978-5-16-011480-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система Znanium : [сайт]. <https://znanium.com/catalog/product/1910540>
3. Долгунин, В. Н. Биотехнологические процессы и аппараты : учебное пособие / В. Н. Долгунин, В. А. Пронин. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-8265-2291-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/115710>

Дополнительная:

1. Каракеян, В. И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды в 2 ч. Часть 1. : учебник и практикум для вузов / В. И. Каракеян, В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева ; под общей редакцией В. И. Каракеяна. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 277 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06055-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/470343>
2. Каракеян, В. И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды в 2 ч. Часть 2. : учебник и практикум для вузов / В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева ; под общей редакцией В. И. Каракеяна. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06056-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/470344>
3. Гужель, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. Ч. 1. Гидромеханические процессы и аппараты : учебное пособие для СПО / Ю. А. Гужель. — Саратов : Профобразование, 2021. — 95 с. — ISBN 978-5-4488-1146-3 (ч. 1), 978-5-4488-1167-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/105152>
4. Гужель, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. Ч. 3. Массообменные процессы и аппараты : учебное пособие для СПО / Ю. А. Гужель. — Саратов : Профобразование, 2021. — 144 с. — ISBN 978-5-4488-1148-7 (ч. 3), 978-5-4488-1167-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/105154>
5. Гужель, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. Ч. 2. Тепловые процессы и аппараты : учебное пособие для СПО / Ю. А. Гужель. — Саратов : Профобразование, 2021. — 64 с. — ISBN 978-5-4488-1147-0 (ч. 2), 978-5-4488-1167-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/105153>

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 **Процессы и аппараты 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.

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

1. Лекционные занятия

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, и маркерной доской.

2. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, и маркерной доской.

3. Групповые (индивидуальные) консультации

Аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской;

4. Текущий контроль

Аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской;

5. Самостоятельная работа

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

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
Процессы и аппараты биотехнологии**

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

ОПК.5

Способен участвовать в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности и контроле их экологической безопасности с использованием живых объектов

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.5.1 Участвует в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности</p>	<p>Демонстрирует знания современного технологического оборудования биотехнологических производств. Знает основы культивирования микроорганизмов и клеток многоклеточных организмов, основные процессы ферментации, их классификацию и особенности, классификацию биохимических реакторов, их устройство и схемы подключения, принципы эксплуатации. Владеть методами разрушения клеток, биомассы, биогенного сырья и материалов, методы разделения и концентрирования, выделения и очистки продуктов биотехнологических производств.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает современное технологическое оборудование биотехнологических производств. не знает основы культивирования микроорганизмов и клеток многоклеточных организмов, основные процессы ферментации, их классификацию и особенности, классификацию биохимических реакторов, их устройство и схемы подключения, принципы эксплуатации. Не владеет методами разрушения клеток, биомассы, биогенного сырья и материалов, методами разделения и концентрирования, выделения и очистки продуктов биотехнологических производств.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Частично знает современное технологическое оборудование биотехнологических производств. частично знает основы культивирования микроорганизмов и клеток многоклеточных организмов, основные процессы ферментации, их классификацию и особенности, классификацию биохимических реакторов, их устройство и схемы подключения, принципы эксплуатации. Не владеет методами разрушения клеток, биомассы, биогенного сырья и материалов, методами разделения и концентрирования, выделения и очистки продуктов биотехнологических производств.</p> <p align="center">Хорошо</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знает современное технологическое оборудование биотехнологических производств. знает основы культивирования микроорганизмов и клеток многоклеточных организмов, основные процессы ферментации, их классификацию и особенности, классификацию биохимических реакторов, их устройство и схемы подключения, принципы эксплуатации. Частично владеет методами разрушения клеток, биомассы, биогенного сырья и материалов, методами разделения и концентрирования, выделения и очистки продуктов биотехнологических производств.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает современное технологическое оборудование биотехнологических производств. знает основы культивирования микроорганизмов и клеток многоклеточных организмов, основные процессы ферментации, их классификацию и особенности, классификацию биохимических реакторов, их устройство и схемы подключения, принципы эксплуатации. Владеет методами разрушения клеток, биомассы, биогенного сырья и материалов, методами разделения и концентрирования, выделения и очистки продуктов биотехнологических производств.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : магистратура 2023

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 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.5.1 Участвует в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности	Ферментация. Биохимические реакторы. Защищаемое контрольное мероприятие	Представление об основных биотехнологических процессах и аппаратах, Знание технологических основ биотехнологических производств и классификации биотехнологических процессов по физическим и физико-химическим принципам, а также по назначению, Представление о приготовлении сред и растворов, методах стерилизации растворов, сред, материалов, элементов оборудования.
ОПК.5.1 Участвует в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности	Получение товарного продукта и хранение. Основы расчёта процессов и аппаратов Защищаемое контрольное мероприятие	Знания современного технологического оборудования биотехнологических производств. Знания основ культивирования микроорганизмов и клеток многоклеточных организмов, основных процессов ферментации, их классификации и особенностей, биохимических реакторов, их устройства и схемы подключения, принципов эксплуатации. Знание методов разрушения клеток, биомассы, биогенного сырья и материалов, методы разделения и концентрирования, выделения и очистки продуктов биотехнологических производств.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.5.1 Участвует в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности	Технологические линии и комплексы биотехнологических производств. Итоговое контрольное мероприятие	Знание основных процессов и аппаратов в биотехнологической промышленности. Понимание принципов расчёта процессов и аппаратов. Знание принципов создания технологических линий и комплексов биотехнологических производств.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Ферментация. Биохимические реакторы.

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

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

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

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Имеет представление об основных биотехнологических процессах и аппаратах,	10
Имеет представление о приготовлении сред и растворов, методах стерилизации растворов, сред, материалов, элементов оборудования.	10
Знает технологические основы биотехнологических производств и классификацию биотехнологических процессов по физическим и физико-химическим принципам, а также по назначению,	10

Получение товарного продукта и хранение. Основы расчёта процессов и аппаратов

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

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

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

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Демонстрирует знания современного технологического оборудования биотехнологических производств.	10
Знает методы разрушения клеток, биомассы, биогенного сырья и материалов, методы разделения и концентрирования, выделения и очистки продуктов биотехнологических производств.	10
Знает основы культивирования микроорганизмов и клеток многоклеточных организмов, основные процессы ферментации, их классификацию и особенности, классификацию биохимических реакторов, их устройство и схемы подключения, принципы эксплуатации.	10

Технологические линии и комплексы биотехнологических производств.

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

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

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

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основы приготовления сред и растворов, методы и аппараты для стерилизации. Знает основы ферментации. Знает классификацию биохимических реакторов. Знает методы и аппараты для разрушения клеток, биомассы, биогенного сырья и материалов.	12
Знает и умеет выбирать для решения практических задач методы разделения и концентрирования. Знает методы и оборудование для выделения и очистки продуктов биотехнологических производств.	12
Знает основные виды и способы получения товарных биотехнологических продуктов, способы и оборудования для их хранения. Знает принципы расчёта процессов и аппаратов. Знает принципы проектирования технологических линий и комплексов биотехнологических производств.	8
Знает основы биотехнологических процессов и аппаратов, технологические основы биотехнологических производств, классификацию биотехнологических процессов	8