

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(Биологический институт)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор Биологического института

Д.С. Воробьев

« 20 » июля 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Приборы и оборудование в биотехнологии**

по направлению подготовки

**35.03.04 Агрономия**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Агрономия»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.02.03.10

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А.С. Бабенко

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 – Способен разрабатывать системы мероприятий по повышению эффективности производства продукции растениеводства

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

– ИПК-1.1 Осуществляет сбор информации, необходимой для разработки элементов системы земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– освоить основные технологические операции и процессы, используемые в биотехнологической промышленности;

– знать типы технологического оборудования биотехнологических производств;

– определять сферы применения различных видов оборудования при получении различных типов целевых продуктов биотехнологических производств в сельском хозяйстве;

– ознакомиться с основными типами оборудования, используемыми на разных этапах ферментативных стадий;

– определять требования к устройствам и оборудованию для реализации различных биотехнологических процессов.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программ**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 3, зачет.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: химия органическая, химия аналитическая и химия неорганическая

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 20 ч.;

– лабораторные занятия: 20 ч. ;

– практические занятия: 10 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

### **Раздел 1.**

Тема 1.1. Современное биотехнологическое оборудование. Принципы классификации.

Тема 1.2. Очистка воды.

Тема 1.3. Электрохимические методы. Потенциометрия. Вольтамперометрия. Измерительная техника в установках.

Тема 1.4. Основы холодильной техники. Назначение и устройство холодильных машин с разным принципом действия. Компрессоры холодильных машин – назначение, классификация, принцип действия.

Тема 1.5. Центрифуги. Сепараторы. Основные конструкции центрифуг.

Тема 1.6. Классификация основных процессов производств (Механические, гидромеханические, теплообменные, массообменные).

## **Раздел 2. Приборы и оборудование для ферментационной стадии.**

Тема 2.1. Современное ферментационное оборудование. Принципы классификации. Основные конструкции ферментационного оборудования и их анализ. Конструирование, масштабирование и выбор биореакторов. Способы и методы стерилизации сред, оборудования, обеспечение стерильности процесса ферментации.

Тема 2.2. Специфика конструирования и применения аппаратуры для реализации биотехнологических процессов. Материально-энергетический баланс роста микроорганизмов. Проблема термогенеза и стабилизации параметров процесса на заданном уровне. Совокупность методов для контроля и управления биотехнологическими процессами. Моделирование и оптимизация процессов получения целевых продуктов

Стерилизация ферментера и сохранение асептики. Термостатирование. Пеногашение. Контроль и управление процессами культивирования. Проблемы масштабирования ферментационных процессов.

Тема 2.3. Микроскопия проходящего света. Стереоскопическая микроскопия. Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия. Электронная микроскопия.

## **Раздел 3. Приборы и оборудование для постферментационной стадии.**

Тема 3.1. Биоинженерное оборудование для концентрирования и сушки целевых продуктов биосинтеза. Основные типы оборудования для концентрирования микробных суспензий и их анализ.

Тема 3.2. Выпарные пленочные аппараты. Флотаторы в микробиологической промышленности. Сушилки в биотехнологической промышленности. Основные типы сушилок для биотехнологической продукции (распылительные, барабанные, кипящего слоя, пневматические, сублимационные) и их анализ. Правило работы и техника безопасности.

Тема 3.3. Оборудование для концентрирования биомассы

Тема 3.4. Хроматография. Газожидкостная и высокоэффективная жидкостная хроматография для определения количественных и качественных характеристик целевых продуктов биотехнологии. Устройство газового и жидкостного хроматографов.

## **Раздел 4. Приборы и оборудование для молекулярно-генетических исследований**

Тема 4.1. Оборудование для культивирования культур клеток. Приборы и оборудование для полимеразной цепной реакции, электрофореза. Масс-анализаторы. Оборудование для спектральных методов.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, контроля выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

**Зачет в первом семестре** проводится в письменной форме по билетам. Билет состоит из двух частей. Продолжительность зачета 1 час.

Первая часть представляет собой тест из 5 вопросов, проверяющих ПК-1. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ИПК-1.1. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Оборудование для сушки биотехнологической продукции.
2. Оборудование для очистки газо-воздушных выбросов и сточных вод.
3. Создание и эксплуатация приборов, систем измерения физико- химических, физиологических и биофизических параметров, компьютеризированных технологических комплексов.
4. Модульное биотехнологическое оборудование
5. Сферы применения биотехнологического оборудования.
6. Классификация производств биосинтеза по отношению к контаминации. Возможные пути проникновения посторонней микрофлоры в биореактор. Асептическое культивирование. Методы отделения и деструкции контаминантов, их сравнительный анализ.
7. Типы, кинетика работы и эксплуатация реакторов с иммобилизованных ферментов и клеток.
8. Фотосинтетический ферментер.
9. Клеточный ферментер.
10. Лабораторный ферментер.
11. Жидкостный микроколоночный хроматограф.
12. Камера для вертикального электрофореза.

Примеры тестов:

1. Колоночный биореактор с иммобилизованными целыми клетками должен отличаться от реактора с иммобилизованными ферментами:
  1. большим диаметром колонки
  2. наличием устройств для подвода или отвода газов
  3. более быстрым движением растворителя
  4. формой частиц нерастворимого носителя
  5. устройством для перемешивания
2. Постоянная концентрация микроорганизмов в процессе культивирования достигается при способе:
  1. периодическом
  2. непрерывном
  3. отъемно-доливном
  4. полупериодическом
  5. в любом варианте

3. Технологический воздух для биотехнологического производства стерилизуют:

1. нагреванием
2. фильтрованием
3. облучением
4. ультразвуком
5. химическими реагентами

4. Поддержание культуры продуцента на определенной стадии развития в хемостате осуществляется за счет:

1. регулирования скорости подачи питательной среды
2. поддержания концентрации одного из компонентов питательной среды на определенном уровне
3. изменением интенсивности перемешивания
4. изменением температуры
5. изменением скорости подачи воздуха

5. Ферментер работающий в режиме “идеального вытеснения” наиболее подходит для проведения:

1. аэробных процессов
2. анаэробных процессов
3. как аэробных, так и анаэробных
4. процессов биосинтеза вторичных метаболитов
5. процессов масштабирования выращивания микроорганизмов

...

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено», Критериями оценки результатов изучения курса при зачете являются следующие показатели.

Оценка «зачтено» выставляется слушателю, показавшему знание программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения и профессиональной деятельности, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомому с основной литературой по программе, проявившему творческие способности в понимании, изложении и применении учебно-программного материала.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, показавшему пробелы в знании программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=18215>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План лабораторных и практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

– Оборудование биотехнологических производств : учебное пособие для вузов / И. А. Евдокимов [и др.] ; под редакцией И. А. Евдокимова. — Москва : Издательство

Юрайт, 2022. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12433-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru.ez.lib.tsu.ru/bcode/495717>

– Процессы и аппараты биотехнологических производств : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. А. Евдокимов [и др.]; под редакцией И. А. Евдокимова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 206 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13580-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru.ez.lib.tsu.ru/bcode/495759>

– Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Ю. Винаров [и др.]; под редакцией В. А. Быкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 274 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-14042-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru.ez.lib.tsu.ru/bcode/496839>

– Луканин, А.В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств : учебное пособие / А.В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 451 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/16718. - ISBN 978-5-16-011480-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium-com.ez.lib.tsu.ru/catalog/product/1860130>

– Сидоренко, О.Д. Биологические системы в переработке вторичных продуктов и отходов АПК : практическое руководство / О.Д. Сидоренко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 207 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1102076. - ISBN 978-5-16-016346-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium-com.ez.lib.tsu.ru/catalog/product/1102076> (дата обращения: 06.03.2022). – Режим доступа: по подписке.

б) дополнительная литература:

– Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии М.: «КолосС» «Химия», 2004. — 296 с.

– Виестур У.Э. Биотехнология: Биотехнологические агенты, технология, аппаратура Рига: Зинатне, 1987. - 263 с.

– Игнатович Экхард. Химическая техника. Процессы и аппараты /Э. Игнатович ; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой. Москва : Техносфера , 2007. 655 с.

– Алексеев Г.В., Антуфьев В.Т., Корниенко Ю.И., и др. Технологические машины и оборудования в биотехнологии/ – СПб.; ГИОДР, 2015. – 608 с.

в) ресурсы сети Интернет:

[www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/ru/](http://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/ru/) — Платформа знаний о семейных фермерских хозяйствах | Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (fao.org)

[www.biotech-ir.ru/?view=ru](http://www.biotech-ir.ru/?view=ru) - сайт журнала биотехнология

<https://www.fbras.ru> - Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН»

<http://link.springer.com> SpringerLink - основной электронный ресурс компании Шпрингер.

<http://fcao.ru> Федеральное государственное учреждение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) оказывает комплекс консультационных и информационных услуг юридическим и физическим лицам в области охраны окружающей среды, аккредитации аналитических лабораторий, паспортизации отходов, промышленной безопасности.

### 13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:  
– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);  
– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –  
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий лабораторного типа и практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### 15. Информация о разработчиках

Сибатаев Ануарбек Каримович, доктор биол. наук, профессор кафедры сельскохозяйственной биологии БИ ТГУ