

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

«04» \_\_\_\_\_ 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Прикладная микробиология**

по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Физиология, биохимия, биотехнология, биоинформатика растений и микроорганизмов»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.09

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ О.В. Карначук

Председатель УМК

\_\_\_\_\_ А.Л. Борисенко

Томск – 2022

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 - способность использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности;

ОПК-2 - способность творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры;

ОПК-3 - способность использовать философские концепции естествознания и понимание современных биосферных процессов для системной оценки и прогноза развития сферы профессиональной деятельности;

ОПК-4 - способность участвовать в проведении экологической экспертизы территорий и акваторий, а также технологических производств с использованием биологических методов оценки экологической и биологической безопасности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.3. Применяет общие и специальные представления, методологическую базу биологии и смежных наук при постановке и решении новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности;

ИОПК-2.1. Демонстрирует понимание фундаментальных и прикладных представлений дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры;

ИОПК-3.2. Демонстрирует понимание фундаментальных представлений о биосфере, моделей и прогнозов развития биосферных процессов, теоретические и методологические основы экологического мониторинга;

ИОПК-4.1. Понимает теоретические и методологические основы биологических методов оценки экологической и биологической безопасности.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Понимать фундаментальные и прикладные представления, лежащие в основе крупных промышленных микробиологических производств и перспективах их развития.

- Применять полученные знания и навыки в решении профессиональных задач.

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Семестр 2, зачет.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования. Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: микробиологии, биотехнологии, биохимии и молекулярной биологии.

## **6. Язык реализации**

Русский.

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

– лекции: 8 ч.;

– семинарские занятия: 12 ч.

– практические занятия: 0 ч.;

– лабораторные работы: 0 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Промышленная микробиология, предмет, задачи и перспективы.

Свойства микроорганизмов, обуславливающие их использование в практической деятельности человека. История развития промышленной микробиологии. Микроорганизмы, используемые в микробиологической промышленности. Основные отрасли микробиологической промышленности. Использование микроорганизмов для клонирования эукариотических генов. Новые направления в современной промышленной микробиологии и биотехнологии. Новые виды сырья. Применение смешанных культур, термофильных микроорганизмов, иммобилизованных клеток. Получение высокоактивных штаммов микроорганизмов. Использование методов биоинженерии.

*Семинарские занятия:* Новые направления в современной промышленной микробиологии и биотехнологии.

Тема 2. Общие закономерности жизнедеятельности микроорганизмов

Общая характеристика микроорганизмов. Морфологические особенности: форма, размеры, строение клеток; химический состав. Обмен веществ и питание микроорганизмов. Влияние внешней среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Физические, химические и биологические факторы.

*Семинарские занятия:* Влияние внешней среды на жизнедеятельность микроорганизмов.

Тема 3. Технология биопроцесса. (биообъекты, сырье и питательные среды, аппаратное обеспечение).

Культуры микроорганизмов-продуцентов. Принципы подбора культур микроорганизмов для различных производств. Способы усиления активности промышленных штаммов. Методы хранения промышленных штаммов. Количественные характеристики роста и продуктивности. Регуляция метаболизма.

*Семинарские занятия:* Методы культивирования микроорганизмов. Питательные среды для культивирования микроорганизмов.

#### Тема 4. Типовая технологическая схема микробиологического производства

Стадия получения посевного материала. Стадия приготовления питательных сред. Стадия очистки и стерилизации воздуха. Стадия ферментации. Аэрация и перемешивание. Пенообразование и пеногашение. Стадия концентрирования и отделения биомассы от культуральной жидкости. Стадия выделения целевых продуктов микробиологического синтеза. Получение внеклеточных и внутриклеточных очищенных продуктов. Выделение жизнеспособных микроорганизмов. Стадия очистки сточных вод и газовых выбросов. Оборудование микробиологических производств.

*Семинарские занятия:* Сырье для приготовления питательных сред. Источники углерода, азота, фосфора, макро- и микроэлементов. Технологические особенности процесса ферментации. Конструкции ферментеров.

Тема 5-6. Микробиологические производства, основанные на получении микробной биомассы.

Производство кормовых белковых продуктов. Теоретические и практические основы микробиологического получения белковых продуктов. Проблема "белкового дефицита" и способы его ликвидации (поиски перспективных культур).

Теоретические и практические основы микробиологического получения бактериальных удобрений. Роль бактериальных удобрений в повышении урожая сельскохозяйственных культур.

Производство вакцин, бактериофагов и медицинских препаратов. Теоретические и практические основы микробиологического получения вакцин. Основные типы бактериальных и вирусных вакцин. Особенности выращивания бактерий для приготовления вакцин. Вакцины, приготовленные на основе живых, ослабленных и инактивированных бактерий. Вирусные вакцины. Субстраты и способы выращивания вирусов для приготовления вакцин. Ослабленные и инактивированные вирусные вакцины. Перспективы получения высокоочищенных антигенов из вакцин.

Бактериальные средства защиты растений. Преимущества бактериальных средств защиты растений перед химическими. Энтомопатогенные препараты бактериального, грибного и вирусного происхождения. Продуценты энтомопатогенных препаратов, их физиологические особенности. Вирусные препараты. Культивирование вирусов для приготовления препаратов. Способы применения.

Микроорганизмы в металлургии. Биогидрометаллургия или бактериальное выщелачивание металлов. Микробиология процесса. Биологические и химические реакции процесса выщелачивания. Перспективы использования в металлургии смешанных культур, термофильных и анаэробных бактерий. Технология бактериального выщелачивания металлов. Кучное, подземное и чановое выщелачивание. Выщелачивание марганца, самородного золота, обогащение руд, микробиологическое извлечение металлов из растворов.

*Семинарские занятия:* Использование микроорганизмов при получении топлив. Получение биогаза. Метанообразующие бактерии. Технология получения метана.

Получение спиртов. Получение молекулярного водорода с помощью хемотрофов и фототрофов.

Тема 7. Продукты жизнедеятельности микроорганизмов и их промышленное получение.

Теоретические и практические основы микробиологического получения липидов, нуклеотидов, полисахаридов, ферментов, витаминов, аминокислот и других продуктов.

*Семинарские занятия:* Аминокислоты (биосинтез и производство). Преимущества микробиологического способа получения аминокислот перед химическим синтезом. Антибиотики. Условия образования антибиотиков микроорганизмами: влияние состава сред культивирования продуцентов, аэрация, температура, предшественники биосинтеза. Характеристика основных групп антибиотиков. Применение антибиотиков в медицине, сельском хозяйстве, пищевой и молочной промышленности.

Тема 8. Отрасли промышленности, включающие микробиологические процессы.

Спиртовое брожение. Теоретические и практические основы микробиологического получения спирта. Химизм спиртового брожения. Физиологические аспекты брожения.

Производство спирта из мелассы, картофеля, зерна, гидролизатов древесины, молочной сыворотки. Применение спирта.

Микробиологические процессы и стадии, используемые в виноделии. Дрожжи в виноделии. Технология производства вин. Болезни вин, вызываемые микроорганизмами. Особенности технологии плодово-ягодного виноделия.

Микробиологические процессы и стадии, используемые в пивоварении. Дрожжи в пивоварении. Производство пива. Вредители производства.

Микробиологические процессы и стадии, используемые в хлебопекарной промышленности. Хлебопекарные дрожжи. Технология производства хлебопекарных дрожжей. Микроорганизмы, вызывающие порчу хлебопекарного производства.

Микробиологические процессы и стадии, используемые в производствах кисломолочных продуктов, сыра, масла, кваса. Молочнокислое брожение. Гомо- и гетероферментативное молочнокислое брожение. Характеристика основных свойств молочнокислых бактерий. Производства, основанные на жизнедеятельности молочнокислых бактерий: кисломолочных продуктов, сыра, ржаного хлеба, кваса. Ароматообразующие, мезофильные и термофильные штаммы. Одноштабмовые и многоштабмовые закваски и их применение в приготовлении молочнокислых продуктов и в хлебопечении. Технология приготовления сыров. Промышленное получение молочной кислоты. Использование молочнокислых бактерий в мясной и рыбной промышленности.

Биологическое консервирование. Производство квашеных овощей, силоса.

Пропионовокислое брожение. Пропионовокислые бактерии. Характеристика основных свойств, систематическое положение. Химизм пропионовокислого брожения и

конечные продукты. Применение бактерий в сыроделии. Другие области их практического использования.

Теоретические и практические основы микробиологического получения растворителей. Ацетоно-бутиловое брожение. Свойства бактерий, вызывающих брожение. Влияние на характер брожения источников азота и значений pH среды. Технологическая схема производства ацетона и бутанола. Их применение. Использование барды.

Использование микроорганизмов при добыче нефти и угля. Пути повышения нефтеотдачи. Микроорганизмы и биопродукты, используемые при добыче нефти. Использование метанотрофных микроорганизмов при добыче каменного угля. Методы удаления метана.

Получение штаммов микроорганизмов, способных к деструкции стойких промежуточных продуктов разложения пестицидов, гербицидов, лигноцеллюлозы, удалению тяжелых металлов. Применение микроорганизмов для оздоровления почвы, пресных вод и океанов и охраны их от загрязнений промышленными и бытовыми отходами.

*Семинарские занятия:* Отрасли промышленности, включающие микробиологические процессы (отрасли пищевой промышленности, перерабатывающей; микробная трансформация органических веществ, нефтедобывающая и перерабатывающая, охрана окружающей среды).

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

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

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Зачет во втором семестре** проводится на основе суммы баллов, которые студент получил за посещения лекционных занятий, работу и ответы на вопросы во время лекции, все тесты, а также за работу на семинарских занятиях. Если студент посетил все занятия и получил максимальную сумму баллов, то он получает зачет.

Формирование ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ИОПК-1.3, ИОПК-2.1, ИОПК-3.2, ИОПК-4.1, отражается в подготовке студентом к семинарским и лекционным занятиям по всем темам дисциплины. Тесты проверяют общую готовность студента к применению всех индикаторов компетенций.

Если набрано менее 50% от максимально возможной суммы баллов, то студент проходит зачет в устной форме по билетам. Билет содержит 2 вопроса. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Оценка осуществляется следующим образом 20% - посещение лекций, 40% - текущий тестовый контроль, 40 % - устный зачет.

Примерный перечень вопросов:

1. Новые направления в современной промышленной микробиологии и биотехнологии.
2. Принципы подбора культур микроорганизмов для различных производств.
3. Получение высокоактивных штаммов микроорганизмов.
4. Основные требования, предъявляемые к продуцентам.
5. Методы хранения промышленных штаммов.
6. Сырье для приготовления питательных сред.
7. Стадия получения посевного материала.
8. Технология приготовления питательных сред.
9. Количественные характеристики роста и продуктивности при культивировании.  
Скорость роста. Выход биомассы.
10. Технологические особенности процесса ферментации.
11. Аэрация и перемешивание в процессе ферментации.
12. Пенообразование и пеногашение в процессе ферментации.
13. Управляемое культивирование микроорганизмов.
14. Классификация систем непрерывного культивирования.
15. Оборудование микробиологических производств.
16. Выделение жизнеспособных микроорганизмов.
17. Стадия концентрирования и отделения биомассы от культуральной жидкости.
18. Стадия очистки сточных вод и газовых выбросов.
19. Производство кормовых белковых продуктов.
20. Биосинтез аминокислот (на примере лизина). Продуценты. Сырье и среды.
21. Производство липидов. Продуценты, сырье, среды. Промышленное использование.
22. Спиртовое брожение. Химизм. Регуляция. Эффект Пастера.
23. Производство этилового спирта. Сырье, среды. Дрожжи. Способы культивирования.
24. Болезни вин, вызываемые микроорганизмами.
25. Дрожжи в пивоварении. Производство пива. Вредители производства.
26. Молочнокислое брожение. Производства, основанные на жизнедеятельности молочнокислых бактерий: производство кисломолочных продуктов, сыра, квашение, силосование.
27. Производство витамина B12. Продуценты. Практическое использование.
28. Бактериальные препараты в сельском хозяйстве. Нитрагин. Азотобактерин. Фософобактерин. Способы приготовления и применения.
29. Бактериальные средства защиты растений. Препараты, продуценты. Производство. Применение.
30. Гиббереллины. Значение. Продуценты. Промышленное получение.
31. Производство ферментов. Продуценты. Очищенные и технические ферментные препараты.
32. Производство полисахаридов. Продуценты. Условия культивирования микроорганизмов и биосинтеза полисахаридов. Промышленное получение.
33. Получение газообразного и жидкого топлива.
34. Получение биогаза. Продуценты. Технология получения метана.
35. Получение органических кислот. Продуценты, культивирование.
36. Производство антибиотиков. Продуценты. Технология.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

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

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=32850>.

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине размещены в курсе Moodle.

в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов. Самостоятельная работа студентов предполагается в форме углубленного изучения теоретических вопросов, представленных в пункте 8, теоретической подготовки к семинарским занятиям.

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

а) основная литература:

- Микробиология учебник [для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра "Биология" и биологическим специальностям] А. И. Нетрусов, И. Б. Котова.

- Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты : учебное пособие для вузов / А. Ю. Винаров [и др.] ; под редакцией В. А. Быкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 274 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10765-4.

- Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид ; пер. с нем. А. А. Виноградовой и А. А. Синюшина ; под ред. Т. П. Мосоловой и А. А. Синюшина- М. : БИНОМ. Лаборатория знаний. 2014 - 324с.

б) дополнительная литература:

- Биотехнология: учебник: [для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Биология"] /С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина - М. Академия , 2010 – 255с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru

- Национальный центр биотехнологической информации (англ. *National Center for Biotechnological Information, NCBI*) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>.

### **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 семинарского типа, 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**

Карначук Ольга Викторовна, доктор биологических наук, профессор, кафедра физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета, профессор.

Лукина Анастасия Петровна, кафедра физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета, ассистент.