

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии  
Высшая школа биологии



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по образовательной деятельности КФУ

 Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Микробный метаболизм ксенобиотиков

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Молекулярная и прикладная микробиология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

### Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор, д.н. Зиганшин А.М. (кафедра микробиологии, Центр биологии и педагогического образования), aygat.ziganshin@kpfu.ru

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1             | Готов использовать полученные биологические знания и знания смежных наук, нормативные документы по организации и проведению научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в профессиональной деятельности в соответствии с профилем программы магистратуры |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

химическое строение различных групп неприродных экологически опасных веществ, химические реакции метаболических превращений ксенобиотиков микроорганизмами, факторы, определяющие влияние химических загрязнителей на экологические системы.

Должен уметь:

классифицировать ксенобиотики по химическому строению, происхождению, целевому назначению, условиям воздействия, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы, вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий.

Должен владеть:

знаниями в области химического строения различных групп ксенобиотиков; владеть навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности; методами обработки научных результатов.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Молекулярная и прикладная микробиология)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 22 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 50 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N | Разделы дисциплины / модуля | Се-<br>местр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                          |                                        |                                     |                                       |                                     | Само-<br>стоя-<br>тель-<br>ная<br>ра-<br>бота |
|---|-----------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|
|   |                             |              | Лекции,<br>всего                                         | Лекции<br>в эл.<br>форме | Практи-<br>ческие<br>занятия,<br>всего | Практи-<br>ческие<br>в эл.<br>форме | Лабора-<br>торные<br>работы,<br>всего | Лабора-<br>торные<br>в эл.<br>форме |                                               |

Тема 1. Ксенобиотики как вещества, не

1.

входящие в совокупность обменных превращений большинства микроорганизмов.

| N  | Разделы дисциплины / модуля                                                                                                                                                 | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                    |                             |                          |                            |                          | Самостоятельная работа |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|
|    |                                                                                                                                                                             |         | Лекции, всего                                            | Лекции в эл. форме | Практические занятия, всего | Практические в эл. форме | Лабораторные работы, всего | Лабораторные в эл. форме |                        |
| 2. | Тема 2. Факторы, определяющие влияние химических загрязнителей на природные и антропогенные экологические системы. Факторы окружающей среды и биодоступность ксенобиотиков. | 2       | 2                                                        | 0                  | 0                           | 0                        | 0                          | 0                        | 10                     |
| 3. | Тема 3. Биологические системы, осуществляющие модификацию ксенобиотиков.                                                                                                    | 2       | 2                                                        | 0                  | 4                           | 0                        | 0                          | 0                        | 10                     |
| 4. | Тема 4. Биологическая трансформация и деструкция различных ксенобиотиков.                                                                                                   | 2       | 4                                                        | 0                  | 8                           | 0                        | 0                          | 0                        | 20                     |
|    | Итого                                                                                                                                                                       |         | 10                                                       | 0                  | 12                          | 0                        | 0                          | 0                        | 50                     |

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Ксенобиотики как вещества, не входящие в совокупность обменных превращений большинства микроорганизмов.

Химические основы строения и метаболических превращений веществ не природного происхождения. Электронное строение атома. Химическая связь. Разновидности химических связей. Типы химических реакций. Скорость химических реакций. Классификация опасных соединений по химическому строению, происхождению, целевому назначению, условиям воздействия. Общие черты поллютантов.

##### Тема 2. Факторы, определяющие влияние химических загрязнителей на природные и антропогенные экологические системы. Факторы окружающей среды и биодоступность ксенобиотиков.

Свойства ксенобиотиков, определяющие их токсичность: размеры и конформация молекул, растворимость, кислотно-основные свойства, стабильность в среде, наличие реактивных групп. Доступность ксенобиотиков для вовлечения в метаболические процессы. Биodeградебельные и персистентные ксенобиотики. Следствия химической модификации молекулы ксенобиотика.

##### Тема 3. Биологические системы, осуществляющие модификацию ксенобиотиков.

Микроорганизмы-деструкторы различных ксенобиотиков (бактерии, грибы). Микробные сообщества в биотрансформации и биodeградации различных загрязнителей. Подбор штаммов-деструкторов для биodeградации определенных не природных соединений. Рекомбинантные микроорганизмы-деструкторы некоторых не природных соединений.

##### Тема 4. Биологическая трансформация и деструкция различных ксенобиотиков.

Биологическая конверсия, трансформация, деградация различных ксенобиотиков, в частности, синтетических поверхностно-активных веществ (ПАВ), полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), взрывчатых веществ, пестицидов, синтетических красителей, а также и других поллютантов (загрязняющих веществ).

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Коростелёва, Л.А. Основы экологии микроорганизмов [Электронный ресурс] - [https://e.lanbook.com/book/4872#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/4872#book_name)

Кузнецов, А.Е. Прикладная экобиотехнология. В 2 т. [Электронный ресурс] - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=8794](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8794)

Кузнецов, А.Е. Прикладная экобиотехнология. В 2 т. [Электронный ресурс] - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=8793](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8793)

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

| Вид работ              | Методические рекомендации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| лекции                 | Магистранту необходимо конспектировать лекции по данной дисциплине, приобрести знания в области химического строения различных групп неприродных экологически опасных веществ, он должен знать химические реакции метаболических превращений ксенобиотиков микроорганизмами, факторы, определяющие влияние химических загрязнителей на экологические системы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| практические занятия   | Магистрант должен обладать способностью планировать и реализовывать профессиональные мероприятия, а также способностью применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| самостоятельная работа | Магистрант должен овладеть навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, быть способным обрабатывать научные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся данных научной литературы, уметь вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| экзамен                | Целью экзамена является завершение курса изучения дисциплины - "Микробный метаболизм ксенобиотиков", оценить уровень полученных студентом знаний. Для этого магистрант должен получить глубокое знание учебно-программного материала, уметь свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоить основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, получить знания в области контроля микробных процессов деструкции, планировать и проводить мероприятия по оценке состояния и охране природной среды, организовать мероприятия по рациональному природопользованию, оценке и восстановлению биоресурсов, проявлять творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. |

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

#### 12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.04.01 "Биология" и магистерской программе "Молекулярная и прикладная микробиология".

*Приложение 2*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.В.ДВ.02.01 Микробный метаболизм ксенобиотиков*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Молекулярная и прикладная микробиология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Хрусталёв Б.М., Инженерная экология и очистка выбросов промышленных предприятий : учебное пособие / Хрусталёв Б.М., Теличенко В.И., Сизов В.Д.; под общ. ред. Б.М. Хрусталёва, В.И. Теличенко. - М. : АСВ, 2019. - 558 с. - ISBN 978-5-4323-0172-7 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301727.html> (дата обращения: 08.08.2020). - Режим доступа : по подписке.
2. Микробиология : учебное пособие / Р. Г. Госманов, А. К. Галиуллин, А. Х. Волков, А. И. Ибрагимова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 496 с. - ISBN 978-5-8114-1180-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91076> (дата обращения: 08.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Коростелёва, Л. А. Основы экологии микроорганизмов : учебное пособие / Л. А. Коростелёва, А. Г. Кошаев. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-1400-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/4872> (дата обращения: 08.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Прикладная экобиотехнология. В 2 Т. (комплект) : учебное пособие / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников, М. Энгельхарт. - 3-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 1164 с. - ISBN 978-5-9963-2631-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/70788> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.В.ДВ.02.01 Микробный метаболизм ксенобиотиков*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Молекулярная и прикладная микробиология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.