

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



*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Токсины микроорганизмов: патогенность и прикладной потенциал

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: 2024

## 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): доцент, к.н. (доцент) Харитонов М.А. (кафедра микробиологии, Центр биологии и педагогического образования), Maya.Kharitonova@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
ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- принципы классификации токсинов микроорганизмов;
- структурную организацию токсинов микроорганизмов;
- механизмы действия токсинов микроорганизмов;
- основы практического применения токсинов и анатоксинов;
- современные методы обнаружения микробных токсинов;

Должен уметь:

- ориентироваться в массиве информации по сути дисциплины;
- применять полученные в ходе освоения дисциплины знания в профессиональной деятельности для решения научных и практических задач;

Должен владеть:

- знаниями о роли токсинов микроорганизмов в патогенезе инфекционных заболеваний;
- знаниями о прикладном потенциале токсинов микроорганизмов;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные в ходе освоения дисциплины знания в профессиональной деятельности для решения научных и практических задач.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "ФТД.N.02 Факультативные дисциплины" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Молекулярная и прикладная микробиология)" и относится к факультативным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 1 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 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- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лаборато- рные работы, всего	Лаборато- рные в эл. форме	
1.	Тема 1. Тема 1. Введение в токсинологию микроорганизмов	1	4	0	0	0	0	0	0
2.	Тема 2. Тема 2. Токсины, повреждающие клеточные мембраны в результате формирования пор. Токсины и ферменты, повреждающие экстрацеллюлярные структуры или плазматическую мембрану с помощью ферментативного гидролиза.	1	0	0	6	0	0	0	12
3.	Тема 3. Тема 3. Токсины, ингибирующие белковый синтез. Токсины-протеазы (в том числе токсины, ингибирующие высвобождение нейромедиаторов)	1	0	0	6	0	0	0	12
4.	Тема 4. Тема 4. Токсины, активирующие пути метаболизма, контролируемые вторичными мессенджерами. Токсины, активирующие иммунный ответ макроорганизма	1	0	0	6	0	0	0	12
5.	Тема 5. Тема 5. Микотоксины и их продуценты: разнообразие, механизмы действия, контроль и способы детоксикации.	1	2	0	0	0	0	0	0
6.	Тема 6. Тема 6. Токсины цианобактерий	1	2	0	0	0	0	0	0
7.	Тема 7. Тема 7. Генетические детерминанты токсигенности	1	2	0	0	0	0	0	0
8.	Тема 8. Тема 8. Практическое применение токсинов и анатоксинов в медицине, косметологии и сельском хозяйстве Особенности биотехнологий токсинов микроорганизмов.	1	6	0	0	0	0	0	0
9.	Тема 9. Тема 9. Современные методы обнаружения микробных токсинов	1	2	0	0	0	0	0	0
	Итого		18	0	18	0	0	0	36

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Тема 1. Введение в токсинологию микроорганизмов

История обнаружения микробных токсинов, возникновения и развития токсинологии. Термины и понятия токсинологии микроорганизмов. Происхождение и эволюция микробных токсинов. Принципы классификации токсинов микроорганизмов. Экзотоксины и эндотоксины. Классификация токсинов по источнику выделения. Классификация по месту воздействия токсина. Классификация токсинов по механизму действия. Мишени и механизмы действия токсинов. Молекулярная организация (строение) бактериальных токсинов. Субъединичная (А-В) структура токсинов.

**Тема 2. Тема 2. Токсины, повреждающие клеточные мембраны в результате формирования пор. Токсины и ферменты, повреждающие экстрацеллюлярные структуры или плазматическую мембрану с помощью ферментативного гидролиза.**

Альфа-токсин *Staphylococcus aureus* как прототип олигомеризующих порообразующих цитотоксинов. Биосинтез альфа-токсина, молекулярная структура, клетки-мишени, механизм действия, роль в патогенезе заболеваний. Гемолизин энтерогеморрагических *Escherichia coli*. Порообразующие токсины *Streptococcus pneumoniae*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*: молекулярные мишени, механизм действия, роль в патогенезе заболеваний. Аэролизин *Aeromonas hydrophila*. Стрептолизин-О *Streptococcus pyogenes*. Роль альфа-токсина *Clostridium perfringens* в патогенезе газовой гангрены. Роль стрептокиназы *Streptococcus pyogenes* в патогенезе инвазивных заболеваний и тромболитический терапевтический потенциал. Коллагеназы клостридий: молекулярные мишени, механизм действия, роль в патогенезе заболеваний и применение в медицине.

### **Тема 3. Токсины, ингибирующие белковый синтез. Токсины-протеазы (в том числе токсины, ингибирующие высвобождение нейромедиаторов)**

Дифтерийный токсин *Corynebacterium diphtheriae* и Экзотоксин А *Pseudomonas aeruginosa*: структура, молекулярные мишени, механизм действия, характеристика микроорганизма-продуцента, роль *Pseudomonas aeruginosa* этиологии нозокомиальных инфекций. Токсин Шига *Shigella dysenteriae* и энтерогеморрагических *E. coli*. Патологии, вызываемые токсином Шига. Летальный фактор *Bacillus anthracis*: молекулярные мишени, роль в патогенезе сибирской язвы. Нейротоксины А - G *Clostridium botulinum*: молекулярная структура, механизм действия, характеристика микроорганизма-продуцента, роль в патогенезе ботулизма. Столбнячный токсин *Clostridium tetani*: молекулярная структура, механизм действия, характеристика микроорганизма-продуцента, роль в патогенезе столбняка. Профилактика столбняка.

### **Тема 4. Токсины, активирующие пути метаболизма, контролируемые вторичными мессенджерами. Токсины, активирующие иммунный ответ макроорганизма**

Холероген *Vibrio cholerae*: молекулярная структура, механизм действия, характеристика микроорганизма-продуцента, роль в патогенезе холеры. Дермонекротический токсин *Bordetella pertussis*: молекулярная структура, механизм действия, характеристика микроорганизма-продуцента, роль в патогенезе коклюша. Отечный фактор *Bacillus anthracis*, механизм действия, роль в патогенезе сибирской язвы. Токсины *E. coli*: деамидаза CNF, АДФ-рибозилтрансфераза LT, стимулятор гуанилатциклазы STd. Токсины C2 и C3 *Clostridium botulinum*. Токсины А и В *Clostridium difficile*. 2. Энтеротоксины, эксфолиатины и токсин синдрома токсического шока *Staphylococcus aureus*. Пирогенные экзотоксины *Streptococcus pyogenes*.

### **Тема 5. Микотоксины и их продуценты: разнообразие, механизмы действия, контроль и способы детоксикации.**

Основные продуценты микотоксинов. Токсины представителей родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps*, *Neotyphodium*, *Murothecium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Trichothecium*. Благоприятные условия для роста грибов и образования микотоксинов. "Полевые" и "амбарные" формы. Микотоксикозы. Основные токсические метаболиты, вызывающие микотоксикозы: афлатоксины, охратоксины, цитринин, патулин, треморгенные микотоксины, эрготоксины, фузариотоксины (трихотецены, зеараленон, монилиформин). Виды токсического действия на системы макроорганизма. Механизмы токсического действия на макроорганизм. Основные пути биосинтеза микотоксинов. Биотрансформация микотоксинов в организме. Абсорбция и экскреция микотоксинов. Экономический ущерб, причиняемый микотоксинами. Диагностика микотоксинов в кормовых средствах. Методы устранения загрязнения микотоксинами пищевых продуктов и кормов. Процесс биологической детоксикации как перспективный подход к удалению микотоксинов из пищевых продуктов.

### **Тема 6. Токсины цианобактерий**

Цианобактерии: физиологические особенности и местообитание. Основные функциональные группы токсинов цианобактерий: гепатотоксины, нейротоксины, цитотоксины, дерматотоксины и внутриклеточные липополисахариды. Химическая структура токсинов цианобактерий: циклические пептиды, линейные пептиды, алкалоиды и липополисахариды. Микроцистины. Нодуларины. Анатоксины. Сакситоксины. Цилиндроспермопсин. Аплисиатоксины. Лингбиатоксины. Механизм токсического действия и биологическая активность токсинов цианобактерий. Влияние факторов окружающей среды на синтез токсинов. Опасность токсинов цианобактерий для различных организмов. Распространение токсигенных цианобактерий и способы сокращения их численности. Биодegradация токсинов цианобактерий

### **Тема 7. Генетические детерминанты токсигенности**

Локализация генов, кодирующих экзотоксины и эндотоксины, в геноме микроорганизмов. Значение tox-генов для токсигенности и патогенности бактерий. Регуляция экспрессии генов токсинов микроорганизмов. Репрессии tox-генов в присутствии определенной концентрации ионов металлов. Роль горизонтального переноса генов в распространении генов токсигенности и возникновении новых вирулентных форм бактерий. Фаговая конверсия. Механизмы приобретения патогенных свойств холерными вибрионами, сальмонеллами, клостридиями.

### **Тема 8. Практическое применение токсинов и анатоксинов в медицине, косметологии и сельском хозяйстве Особенности биотехнологий токсинов микроорганизмов.**

Области практического применения микробных токсинов. Использование микробных токсинов в медицине. Значение иммунотоксинов для терапии злокачественных новообразований. Создание иммунотоксинов с использованием дифтерийного токсина и экзотоксина A *Pseudomonas aeruginosa*. Принципы терапии с использованием иммуноконъюгатов. Бактериальные системы токсин-антитоксин (ТА) как новые антимикробные мишени. Антибактериальные стратегии, направленные на активацию токсинов в ТА-системе. Применение ботулинотерапии в неврологии. Болевые синдромы, в лечении которых используется ботулинотерапия. Применение ботулотоксина в косметологии. Противопоказания к ботулинотерапии. Профилактика инфекционных заболеваний с помощью токсидных вакцин (анатоксинов). Методы получения токсинов микроорганизмов. Биотехнология производства анатоксинов. Этапы производства препаратов ботулотоксина. Микробные инсектициды. Бактерия *Bacillus thuringiensis* и bt- токсин. Создание трансгенных растений, экспрессирующих микробные гены устойчивости к насекомым. Возможности применения токсинов в молекулярной биологии.

#### **Тема 9. Тема 9. Современные методы обнаружения микробных токсинов**

Методы детекции микробных токсинов. Диагностика заболеваний, вызванных токсинами микроорганизмов. Оценка безопасности лекарственных средств, пищевых продуктов, продовольственного сырья и промышленных товаров бытового потребления. Определение содержания бактериальных эндотоксинов в лекарственных средствах с использованием ЛАЛ-теста. Использование масс-спектрометрического анализа для детекции токсинов. Обнаружение токсинов с помощью иммунохроматографических тестов. Колориметрические аптасенсоры на основе наночастиц металлов для детекции токсинов.

#### **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)

Bacterial Toxins - [https://doi.org/10.1007/0-387-30742-7\\_28](https://doi.org/10.1007/0-387-30742-7_28)

FEMS Microbiology Reviews - [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1574-6976](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1574-6976)

Microbiology online (SFGM) - <http://www.microbiologyonline.org.uk/>

Toxicon - <https://www.sciencedirect.com/journal/toxicon>

Toxins - <https://www.mdpi.com/journal/toxins>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекция является одним из основных видов аудиторной работы обучающегося. В ходе лекций преподаватель излагает основные, наиболее сложные понятия и темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы. Перед началом курса обучаемому следует ознакомиться с рабочей программой и планом лекций. Обучаемый в ходе лекционного курса должен помнить, что каждая из этих лекций представляет комплекс теоретических материалов, включающих краткое описание проблематики курса и не является исчерпывающим описанием содержания дисциплины. Обучаемые кратко конспектируют лекции и используют эти конспекты для дальнейшей более расширенной самостоятельной работы с рекомендуемой литературой и другими источниками информации.
практические занятия	Практические занятия как и лекционные являются основным видом аудиторной работы обучаемого. Цель практических занятий - помочь обучающимся закрепить и углубить знания теоретического материала. Помимо закрепления изученного материала, обучаемые развивают умения и навыки в работы с материалами, представленными в источниках.
самостоятельная работа	В ходе самостоятельной работы обучающиеся проводят проработку теоретических материалов полученных на аудиторных занятиях. Студентам рекомендуется после завершения занятий в этот же день просматривать и анализировать текст лекций и записи с практических занятий. Некоторые темы, а также неясные вопросы требуют дополнительного самостоятельного творческого поиска. В некоторых случаях неясные вопросы следует фиксировать, чтобы получить консультацию у преподавателя. При подготовке к следующей лекции повторять предыдущую с учетом знаний и навыков, полученных в ходе практических занятий. Следует регулярно повторять основные понятия и термины по заданной теме для эффективной подготовки к зачету.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>Зачет представляет собой проверку полученных в ходе курса знаний. Подготовка обучающегося к зачету включает самостоятельную работу в течение семестра и непосредственную подготовку в дни предшествующие экзамену. Подготовка целесообразно начать с планирования и подбора литературы. Прежде всего следует внимательно изучить программу дисциплины и представленные в ней примерные вопросы. Следует выделить наиболее непонятые и наименее знакомые пункты и уделить им особое внимание.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо осуществить повторение всего материала по курсу. На эту работу необходимо выделить наибольшую часть времени. Следующей стадией является самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устном освещении разных частей материала программы. Для усвоения информации помимо вербального механизма целесообразно задействовать и моторные ресурсы памяти, когда обучающиеся в письменном виде по памяти пытаются воспроизвести основные концепции курса в графическом виде. Обучающийся должен демонстрировать понимание взаимосвязи основных понятий дисциплины, продемонстрировать способности к анализу при использовании учебных материалов.</p>

**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.

**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)  
ФТД.N.02 Токсины микроорганизмов: патогенность и прикладной потенциал

**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: 2024

**Основная литература:**

1. Медицинская микробиология : учебник / под ред. В. В. Зверева, М. Н. Бойченко. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-7331-3, DOI: 10.33029/9704-7331-3-MMIC-2023-1-656. - Электронная версия доступна на сайте ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970473313.html> (дата обращения: 22.05.2024). - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный
2. Юдин, М. А. Токсиканты биологического происхождения (роль и место в экстремальной медицине) : учебное пособие / М. А. Юдин, Р. А. Нарзикулов, А. С. Богачева. - Санкт-Петербург : СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2019. - 76 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/242576> (дата обращения: 21.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Токсины фитопатогенных грибов и их влияние на сельскохозяйственную продукцию : учебное пособие / составители Г. Б. Демьянова-Рой [и др.]. - пос. Караваяво : КГСХА, 2017. - 46 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/133685> (дата обращения: 21.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Основы токсикологии : учебное пособие / П.П. Кукин, Н.Л. Пономарев, К.Р. Таранцева [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 280 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/874. - ISBN 978-5-16-009260-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1905744> (дата обращения: 21.05.2024). - Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Мудрецова-Висс, К. А. Микробиология, санитария и гигиена: Учебник / К.А. Мудрецова-Висс, В.П. Дедюхина. - 4-е изд., испр. и доп. - Москва : ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. - 400 с.: ил.; . - (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0350-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/239995> (дата обращения: 21.05.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Медицинская микробиология: методические материалы : учебное пособие / составитель Д. В. Уткин. - Саратов : СГУ, 2023. - 84 с. - ISBN 978-5-292-04814-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/403640> (дата обращения: 21.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Сокирко, В. П. Фитопатогенные грибы: морфология и систематика : учебное пособие / В. П. Сокирко. - 2-е изд., испр. и доп. - Краснодар : КубГАУ, 2019. - 181 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171584> (дата обращения: 21.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Микотоксины (в пищевой цепи): монография / К.Х. Папуниди, М.Я. Трмасов, В.И. Фисинин, А.И. Никитин, Э.И. Семёнов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Казань: ФГБНУ 'ФЦТРБ-ВНИВИ', 2017. - 188 с. - Текст : электронный // eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32839807> (дата обращения: 09.07.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*ФТД.N.02 Токсины микроорганизмов: патогенность и прикладной потенциал*

**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: 2024

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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.