

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА»

ПРИНЯТО  
УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого Совета  
от « 08 » 12 2022 г.



Директор, д-р с.-х. наук  
В. С. Паштецкий  
» 12 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
(МОДУЛЯ)  
«Экологическая микробиология»**

**шифр и наименование группы научных специальностей**

1.5. Биологические науки

**шифр и наименование научной специальности**

1.5.11. Микробиология

**Квалификация выпускника.**

Исследователь

**Форма обучения**

Очная

Симферополь

**Шифр и наименование группы научных специальностей 1.5. Биологические науки**

**Шифр и наименование научной специальности 1.5.11. Микробиология**

**Дисциплина (модуль): «Экологическая микробиология»**

Форма обучения: очная

Разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

- Приказ от 20 октября 2021 г. № 951 Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации срокам освоения программы учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)
- Приказ от 24 февраля 2021 г. № 118 Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите Диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное Приказом министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. N 1093.
- Порядок разработки и утверждения программ подготовки научных кадров в аспирантуре ФГБУН «НИИСХ Крыма»;
- Программа-минимум кандидатского экзамена по специальности 1.5.11. Микробиология.

Разработчики программы:

Крыжко А.В., к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики, протеомики и биоинформатики в сельском хозяйстве

Дидович С.В., к.с.-х.н., с.н.с., ведущий научный сотрудник лаборатории растительно-микробного взаимодействия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА предназначена для подготовки кадров высшей квалификации по направлению подготовки группы научных специальностей 1.5. Биологические науки к сдаче кандидатского экзамена по специальности 1.5.11. Микробиология на соискание ученой степени кандидата наук в соответствующей сфере.

Рабочая программа утверждена на правах учебно-методического издания.

Руководитель ОПОП ВО

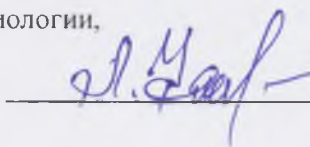
главный научный сотрудник

лаборатории растительно-микробного взаимодействия

отдела сельскохозяйственной микробиологии,

доктор сельскохозяйственных наук,

старший научный сотрудник



/Л.А. Чайковская/

## ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО.....	5
2.2. Требования к освоению дисциплины.....	6
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
3.1. Общая трудоемкость дисциплины.....	6
3.2. Структура дисциплины.....	7
3.3. Содержание разделов дисциплины.....	7
3.4. Лекционные занятия.....	12
3.5. Семинарские и практические занятия.....	13
3.6. Самостоятельная работа.....	13
4. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	17
4.1. Текущая аттестация .....	17
4.2. ФОС: оценочные средства промежуточного контроля.....	18
4.3. Формирование и оценка компетенций в процессе обучения.....	28
4.4. Промежуточная аттестация.....	30
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	31
6. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.....	32
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	35

## АННОТАЦИЯ

Место дисциплины в структуре Основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее ОПОП ВО): Дисциплина (модуль) «Экологическая микробиология» реализуется в рамках ОПОП ВО - программы подготовки научных кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (ФГБУН «НИИСХ КРЫМА») по группе научных специальностей 1.5. Биологические науки, по специальности 1.5.11. Микробиология аспирантам очной формы обучения и относится к вариативной части программы.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, приобретенных в рамках бакалавриата и магистратуры. Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, являются базовыми для подготовки к сдаче кандидатского минимума по группе научных специальностей 1.5. Биологические науки по специальности 1.5.11. Микробиология, для проведения научных исследований и подготовки научно-исследовательской работы, что является неотъемлемой составной частью подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Основным источником материалов для формирования содержания Программа - минимум кандидатского экзамена по специальности 1.5.11. «Микробиология», паспорт научной специальности 1.5.11. – Микробиология; учебные издания, материалы конференций, симпозиумов, семинаров, Интернет-ресурсы, научные издания и монографические исследования и публикации.

Изучение данной дисциплины включает вопросы, посвященные экологии микроорганизмов, их роли в биосфере, значении для человека не только как возбудители заболеваний человека и высших животных, но и как обязательные компоненты биосферы, во многом определяющие ее устойчивость; вопросы нормирования микробиологического качества окружающей среды.

Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану составляет 2 зачетные единицы, 72 часа. Дисциплина обязательна для освоения на 2 курсе, 4 семестре, продолжительность обучения - 1 семестр.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация проводится не менее 2 раз на практических занятиях с помощью опроса, собеседования, тестирования, оценки самостоятельной работы аспирантов в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренные настоящей программой.

Промежуточная оценка знаний осуществляется в период зачетно-экзаменационной сессии в форме: дифференцированного зачета.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи дисциплины (модуля) «Экологическая микробиология»:

Цель дисциплины: подготовить аспиранта к использованию фундаментальных знаний и углубить его представления об условиях существования микроорганизмов в окружающей среде, их месте в биоценозах и биосфере, роль в круговороте веществ, вопросах использования микроорганизмов при решении вопросов загрязнения окружающей среды.

Задачи дисциплины:

1. Изучить влияние физических и химических факторов среды обитания на микроорганизмы, закономерности распространения микробов в природе.
2. Углубить знания о биотических взаимоотношениях с участием микроорганизмов.
3. Рассмотреть роль микроорганизмов в круговоротах биогенных элементов;
4. Выявить возможность использования микроорганизмов при решении проблем антропогенного изменения окружающей среды.
5. Изучить природные процессы регуляции микрофлоры почвы, воды, воздуха; естественное влияние человека и животных на окружающую среду.
6. Рассмотреть микробиологические методы исследования объектов окружающей среды (воды, воздуха, почвы, пищевых продуктов, предметов обихода и т.д.).

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Входные требования для освоения дисциплины (модуля) «Экологическая микробиология». Знания по микробиологии в объеме требований, объеме установленных требований по дисциплинам «Сельскохозяйственная микробиология», «Почвенная микробиология», «Растительно-микробные взаимодействия», «Техническая микробиология», «Молекулярная биология клетки» (уровень подготовки специалист и магистратура).

Дисциплина «Экологическая микробиология и молекулярные механизмы адаптации прокариот» включена в вариативную часть Блока «Дисциплины (модули)» программы в качестве дисциплины по выбору. Базисом данной дисциплины являются знания по биохимии, молекулярной биологии и генетике, имеющиеся у аспирантов после получения высшего профессионального образования.

Данная учебная дисциплина необходима для успешного освоения аспирантами специализированных дисциплин по молекулярной биологии клетки и микробиологии, позволяющие выполнять научные исследования на современном уровне и подготовить диссертационные работы.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой подготовкой в области молекулярной и клеточной биологии, цитологии, экологии микроорганизмов, общей, почвенной и сельскохозяйственной микробиологии и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен обладать навыками практической лабораторной работы, а также владеть основными понятиями микробиологии. Дисциплина «Экологическая микробиология» призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации.

### 2.1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В рамках дисциплины «Почвенная микробиология» у аспирантов углубляются и развиваются следующие компетенции:

Код(ы) и содержание компетенции(й):

ПК\_4: способность владеть теоретическими основами жизнедеятельности микроорганизмов почвы, осуществлять использование почвенных сапрофитных микроорганизмов, бактерий антагонистов, продуцентов биологически активных веществ для оптимизации микробиоценозов.

В результате изучения дисциплины аспирант (обучающийся) должен:

Коды формируемых компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-4	<p style="text-align: center;">Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- объекты, методы, задачи, современные достижения в области экологии микроорганизмов;</li><li>- методы оценки объектов окружающей среды по микробиологическим показателям; основные культуральные и морфологические свойства агрономически полезных и санитарно-показательных микроорганизмов;</li><li>- роль микроорганизмов в глобальных циклах элементов, особенности использования почвенных сапрофитных микроорганизмов, бактерий антагонистов, энтомопатогенов, продуцентов биологически активных веществ для оптимизации микробиоценозов;</li></ul> <p style="text-align: center;">Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- воспринимать, обобщать и анализировать информацию, полученную из разных источников, по микробиологическим процессам, происходящим в</li></ul>

	<p>объектах окружающей среды;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать состояние объектов сельскохозяйственного землепользования, используя приемы принятые в экологической микробиологии; характеризовать и описывать результаты работы на языке терминов, введенных и используемых в данной дисциплине</li> <li>- на основании полученных экспериментальных данных делать логические профессиональные выводы с внедрением их в практику;</li> </ul> <p style="text-align: center;">Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовыми представлениями о разнообразии органического мира, основными понятиями в области экологической микробиологии и;</li> <li>- методами работы с лабораторным оборудованием и микроскопом с соблюдением правил безопасной работы в микробиологической лаборатории;</li> <li>- навыком систематизированной работы с научной литературой, сбора и подготовки научных материалов, описывать результаты и формулировать выводы;</li> <li>- работать с компьютером как средством управления информацией, методами представления полученных данных.</li> </ul>
--	--

## **2.2. Требования к освоению дисциплины**

Окончившие курс обучения по данной программе аспиранты должны: Иметь представление о приспособлении микроорганизмов к местообитанию и экологических аспектах их взаимодействия.

Знать: особенности распространения микроорганизмов в различных средах обитания, их роль в экосистемах и биосфере в целом; особенности морфологии, физиологии, эпидемиологии и экологии представителей отдельных таксонов микроорганизмов; методику микробиологических исследований, вопросы их планирования и организаций, современное лабораторное оборудование и аппаратуру, технику безопасности при проведении микробиологических работ в лабораторных и полевых условиях.

Уметь: организовать свой труд, ставить цели, формулировать задачи, владеть методами сбора, хранения и обработки информации, в том числе и компьютерными, применяемыми в сфере его профессиональной деятельности; использовать лабораторное оборудование, специальную аппаратуру и технические средства сбора и обработки данных, электронно-вычислительную технику; применять полученные в области экологической микробиологии знания для решения научных, учебных, практических, методических, информационно-поисковых и других задач; пользоваться современными методами изучения микроорганизмов и микробиологических процессов; использовать полученные знания в изучении последствий антропогенных загрязнений окружающей среды.

Владеть: методами световой микроскопии; методами выделения и техниками посевов на питательные среды санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов, безопасными техническими приемами при проведении микробиологических работ в лабораторных, промышленных и полевых условиях; методами оценки качества окружающей среды и теоретическими основами природоохранных мероприятий с использованием микроорганизмов, методами анализа научных текстов, в том числе на иностранном языке.

## **3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1. Общая трудоемкость дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 академических часа, из них:

Объем дисциплины	Форма обучения
	очная
Общая трудоемкость дисциплины (часов)	36
Аудиторная работа (всего): в том числе:	18
Лекции	8
Семинары, практические занятия	10
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	54
Промежуточная аттестация	
Вид промежуточной аттестации	Дифференцированный зачет

### 3.2. Структура дисциплины

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебных работ:

Наименование разделов дисциплины	Количество часов			
	Очная форма			
	всего	лекции	практические занятия	Самостоятельная работа обучающихся (всего)
1. Место прокариот в современной биосфере. Влияние на прокариот физико-химических факторов среды.	16	2	4	10
2. Взаимодействие прокариот и других живых организмов.	16	4	2	10
3. Молекулярная экология микроорганизмов. Методы экологии микроорганизмов.	14	2	2	10
4. Микроорганизмы в продуктах питания.	10			10
5. Глобальные биогеохимические циклы, осуществляемые прокариотами. Микробные процессы в биотехнологии окружающей среды.	16		2	14
Промежуточная аттестация дифференцированный зачет				
Всего	72	8	10	54

### 3.3 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание темы	Форма текущего контроля
1	Место прокариот в современной биосфере. Влияние на прокариот	Влияние внешних факторов на жизнедеятельность микроорганизмов. Аэробы. Анаэробы. Факультативные	О,Д, ДЗ

	<p>физико-химических факторов среды.</p>	<p>анаэробы. Характеристики и стратификация атмосферы. Атмосфера как среда для обитания и распределения микроорганизмов. Физиолого-биохимические особенности микроорганизмов атмосферы. Водоем как экосистема. Стратификация водоемов. Планктон, бентос, гаптобентос, перифитон. Распределение кислорода в озерах, реках. Состав и активность микробных сообществ внутренних водоемов. Олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, дистрофные водоемы. Морская среда обитания. Характеристика и стратификация океана. Состав и активность морских микробных сообществ. Гидротермальные источники. Литотрофные бактерии, их значение для продуктивности гидротермальных зон. Почва как среда обитания микроорганизмов. Водная фаза почвы. Ксеро-, мезо-, гигрофилы. Степень сохранности микроорганизмов при высыхании почв. Значение величины рН почвенного раствора для развития микроорганизмов, регулирование величины рН микроорганизмами. Окислительно-восстановительный потенциал, микрозональность. Газовая фаза почвы. Микроорганизмы и почвенный воздух. Состав почвенного воздуха. Аэробные, анаэробные, микроаэрофильные группы микроорганизмов почвы. Твердая фаза почвы. Концентрация питательных веществ на твердой фазе. Концепция почвенного микробного очага. Сукцессия микробных сообществ почвы. Функциональная роль микроорганизмов в почве.</p> <p>Адаптация эвтрофов к субоптимальным концентрациям питательных субстратов и к условиям голодания. Адаптация олиготрофов к низким концентрациям питательных субстратов. Осмоадаптация. Адаптация прокариот к действию излучений. Адаптация прокариот к температуре. Мезофиллы. Регулируемая температурой экспрессия генов. Тепловой шок. Холодовой шок. Термофилы и психрофилы: характеристика групп и основные представители, физиолого-биохимические и молекулярные аспекты термофилии и психрофилии.</p> <p>Адаптация прокариот к содержанию кислорода в среде. Регуляция кислородом типа метаболизма. Окислительный стресс. Адаптация прокариот к концентрации ионов водорода в среде. Нейтрофилы и механизмы</p>	
--	--	--	--



		<p>их адаптации к высоким и низким значениям рН. Ацидофилы и алкалофилы.</p> <p>Адаптация прокариот к токсичным концентрациям ионов металлов. Механизмы резистентности к ртути, мышьяку, меди, серебру. Механизмы резистентности, основанные на выводе ионов тяжелых металлов.</p> <p>Адаптация прокариот к токсическому действию органических соединений. Специфичные системы защиты прокариот к действию антибиотиков. Системы множественной резистентности к действию токсичных соединений. Формирование биопленок и их роль в резистентности бактерий к действию токсических соединений.</p>	
2	Взаимодействие прокариот и других живых организмов.	<p>Биотические связи с участием микроорганизмов. Типы взаимодействий между микроорганизмами и другими живыми системами. Концепция биотического сообщества. Понятие о консорциумах как функциональных единицах биогеоценоза. Видовое разнообразие и гомеостаз системы. Трофические и метаболические связи. Положительные и отрицательные взаимодействия. Метабиоз, симбиоз (протокооперация, комменсализм, мутуализм, паразитизм), конкуренция. Антагонистические отношения животных и микроорганизмов. Особенности обмена информацией между микроорганизмами, система "quorum sensing" и ее роль в жизни прокариот. Синтрофия и ее особенности у микроорганизмов. Экотипический полиморфизм. Симбиозы прокариот и простейших. Роль взаимодействия в жизнедеятельности симбионтов. Особенности симбиотических связей простейших с археями-метаногенами. Симбиотические связи микроорганизмов и многоклеточных животных. Симбиозы микроорганизмов и насекомых (муравьи-листорезы, термиты, тли, тараканы, клопы-щитники), их особенности. Нормальная и патогенная микрофлора насекомых. Микробиологические средства защиты растений. Бактериальные и грибные энтомопатогенные препараты. Фунгицидные препараты. Симбиотические связи микроорганизмов и млекопитающих. Микробные сообщества желудка жвачных животных. Микроорганизмы-симбионты грызунов. Микробно-растительные</p>	О,Д, ДЗ

		<p>взаимодействия, их роль в биосфере. Классификация микробнорастительных взаимодействий. Уровни микробнорастительных взаимодействий. Роль микроорганизмов в жизни растений и роль растений в жизни микроорганизмов. Микробные сообщества ризосферы, ризопланы. Микробные сообщества семени, филлосферы и филлопланы. Взаимодействие азотфиксирующих бактерий из рода <i>Rhizobium</i> с бобовыми растениями. Симбиоз актиномицетов и растений. Грибо-растительный симбиоз. Микориза. Микробиологические удобрения.</p>	
3	<p>Молекулярная экология микроорганизмов. Методы экологии микроорганизмов.</p>	<p>Выделение микроорганизмов из эконии и проблемы, связанные с некультивируемыми формами. Изучение активности микроорганизмов в природе. Генетически модифицированные микроорганизмы и их интродукция в природные ценозы. Определение каждого члена любого природного сообщества. Определение членов сообщества, осуществляющих одинаковую функцию. Обнаружение различных членов сообщества. Определение количественных соотношений членов сообщества. Разнообразие прокариот и их распределение в природе. Методы культивирования, отбора образцов и микроскопии. Стандартный подсчет колоний. Восстановление красителей. Микробиологическая оценка поверхностей. Смывы и влажные смывы. Посев отпечатком. Методы агарового шприца/«агаровых колбасок». Иммунологические и молекулярно-генетические методы в микробиологии. Метод полинуклеотидных зондов. Полимеразная цепная реакция. Метод льдообразования. Методы фингерпринтинга, фаготипирование, полиморфизм длины амплифицированных фрагментов, мультилокусное фермент-электрофоретическое типирование, рестрикционный анализ, случайная амплификация полиморфной ДНК. Проточная цитометрия.</p>	О,Д, ДЗ
4	<p>Микроорганизмы в продуктах питания.</p>	<p>Внутренние и внешние параметры пищевых продуктов, влияющие на рост микроорганизмов. Микробиота овощных и фруктовых продуктов. Порча фруктов. Микробиологическая обсемененность. Микробиота пророщенных семян. Микробиота свежего мяса и птицы, готовых мясных изделий. Распространение</p>	О,Д, ДЗ

		<p>микроорганизмов и микробиологическая порча мяса и птицы. Микробиота молока, ферментация, ферментированные и неферментированные молочные продукты. Пробиотики и пребиотики. Определение микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в продуктах питания. Защита продуктов питания химическими препаратами и методами биоконтроля. Хлорид натрия и сахар, антиоксиданты, специи и эфирные масла. Молочно-кислый антагонизм. Радиационная защита продуктов и природа микробной резистенции к радиации. Предохранение продуктов питания с помощью низких и высоких температур. Сохранение продуктов питания с помощью высушивания, воздействие высушивания на микроорганизмы.</p>	
5	<p>Глобальные биогеохимические циклы, осуществляемые прокариотами. Микробные процессы в биотехнологии окружающей среды.</p>	<p>Перенос углерода через пищевые цепи. Основные этапы циклических превращений углерода. Общая схема превращения полимеров растительного происхождения в почве. Микробное разложение гемицеллюлоз крахмала, пектина в природе. Аэробный и анаэробный распад клетчатки; возбудители процессов. Использование микроорганизмов, разрушающих целлюлозу, для биосинтеза белка и для получения глюкозы. Лигнин и его разложение микроорганизмами. Значение процесса разложения лигнина для гумусообразования. Роль микроорганизмов в образовании и разрушении гумусовых веществ. Образование коры выветривания. Литофильные микробные сообщества. Роль микроорганизмов в образовании и разрушении минералов. Цикл превращения кислорода и водорода. Роль микроорганизмов в превращении кислорода и водорода. Сопряженность круговоротов кислорода и водорода. Общая схема цикла азота. Минерализация (аммонификация) азотсодержащих органических веществ. Аэробное и анаэробное превращение белков, нуклеиновых кислот, мочевины, хитина. Судьба образующегося аммиака, образование фитотоксических веществ при разложении растительных остатков. Нитрификация, первая и вторая фазы нитрификации. Гетеротрофная нитрификация. Оценка процессов нитрификации. Ингибиторы нитрификации. Нитрифицирующая активность разных почв. Имобилизация минерального азота в почве, реминерализация иммобилизованного азота.</p>	О,Д, ДЗ

		<p>Денитрификация прямая и косвенная, специфическая и неспецифическая. Характеристика микроорганизмов, способных к нитратному дыханию. Значение процессов денитрификации в обеднении почвы азотом. Регуляция денитрификации агротехническими приемами. Азотфиксация. Общая оценка процесса. Симбиотические азотфиксирующие микроорганизмы. Несимбиотические (свободноживущие) аэробные и анаэробные азотофиксаторы. Фиксация азота в ризосфере и филлосфере. Связь азотфиксации с фотосинтезом. Превращение фосфора и калия. Роль микроорганизмов в минерализации фосфорорганических соединений. Мобилизация труднорастворимых фосфатов кальция кислотообразующими автотрофными и гетеротрофными микроорганизмами. Микробиологическое закрепление фосфора. Роль микроорганизмов и лишайников в извлечении калия из первичных и вторичных минералов. Общая схема цикла серы. Образование сероводорода сульфат восстанавливающими бактериями и его судьба в разных почвах. Теория биогенного содонакопления. Окисление серы фотосинтезирующими и бесцветными серными. Биоразрушения. Биологическая обработка органических отходов. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов. Биогеотехнология металлов.</p>	
--	--	--	--

**Примечание:** О - опрос, Д - дискуссия (диспут, круглый стол, мозговой штурм, ролевая игра), ДЗ - домашнее задание (эссе и пр.). Формы контроля не являются жесткими и могут быть заменены преподавателем на другую форму контроля в зависимости от контингента обучающихся.

### 3.4 Лекционные занятия

№ занятия	№ Раздела (темы)	Краткое содержание темы	Количество часов, очная форма
1	1	Место прокариот в современной биосфере. Прокариоты атмо-, гидро- и педосферы, особенности их функциональной активности. Влияние внешних факторов на жизнедеятельность микроорганизмов. Адаптация прокариот к различным концентрациям питательных веществ и физико-химическим факторам среды.	2
2	2	Взаимодействие прокариот и других живых организмов. Типы взаимодействий между микроорганизмами и	2

		другими живыми системами. Концепция биотического сообщества. Особенности обмена информацией между микроорганизмами.	
3		Симбиотические связи микроорганизмов и многоклеточных животных. Нормальная и патогенная микрофлора насекомых. Симбиотические связи микроорганизмов и млекопитающих. Микробно-растительные взаимодействия, их роль в биосфере.	2
4	3	Молекулярная экология микроорганизмов. Методы экологии микроорганизмов.	2
<b>Всего:</b>			8

### 3.5 Семинарские и практические занятия

№ занятия	№ Раздела (темы)	Краткое содержание темы	Количество часов, очная форма
1	1	Место прокариот в современной биосфере. Адаптация прокариот к различным концентрациям питательных веществ и физико-химическим факторам среды.	4
2	2	Взаимодействие прокариот и других живых организмов. Роль микроорганизмов в жизни растений и роль растений в жизни микроорганизмов. Симбиотические связи микроорганизмов и многоклеточных животных.	2
3	3	Молекулярная экология микроорганизмов. Методы экологии микроорганизмов. Практикум по решению ситуационных исследовательских задач по экологической микробиологии. Защита рефератов.	2
4	4-5	Микроорганизмы в продуктах питания. Глобальные биогеохимические циклы, осуществляемые прокариотами. Микробные процессы в биотехнологии окружающей среды. Контрольная работа или тестирование.	2
<b>Всего:</b>			8

### 3.6 Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает в себя самоподготовку обучающихся (проработку и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовку к лабораторным и практическим занятиям) и самостоятельное изучение тем дисциплины.

№ п/п	Название раздела	Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение	Количество часов	Формы контроля
			очная форма	
1	Место прокариот в современной	Характеристики и стратификация атмосферы. Атмосфера как среда для	10	У, П, Р, ДЗ

	биосфере. Влияние на прокариот физико-химических факторов среды.	обитания и распределения микроорганизмов. Физиолого-биохимические особенности микроорганизмов атмосферы. Водоем как экосистема. Стратификация водоемов. Планктон, бентос, гаптобентос, перифитон. Распределение кислорода в озерах, реках. Состав и активность микробных сообществ внутренних водоемов. Олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, дистрофные водоемы. Морская среда обитания. Характеристика и стратификация океана. Состав и активность морских микробных сообществ. Гидротермальные источники. Литотрофные бактерии, их значение для продуктивности гидротермальных зон.		
2	Взаимодействие прокариот и других живых организмов.	Классификация микробно-растительных взаимодействий. Уровни микробно-растительных взаимодействий. Роль микроорганизмов в жизни растений и роль растений в жизни микроорганизмов. Микробные сообщества ризосферы, ризопланы. Микробные сообщества семени, филлосферы и филлопланы. Взаимодействие азотфиксирующих бактерий из рода <i>Rhizobium</i> с бобовыми растениями. Симбиоз актиномицетов и растений. Грибо-растительный симбиоз. Микориза. Микробиологические удобрения.	10	У, П, Р, ДЗ
3	Молекулярная экология микроорганизмов. Методы экологии микроорганизмов.	Методы культивирования, отбора образцов и микроскопии. Стандартный подсчет колоний. Восстановление красителей. Микробиологическая оценка поверхностей. Смывы и влажные смывы. Посев отпечатком. Методы агарового шприца/«агаровых колбасок». Иммунологические и молекулярно-генетические методы в микробиологии. Метод полинуклеотидных зондов. Полимеразная цепная реакция. Метод льдообразования. Методы фингерпринтинга, фаготипирование, полиморфизм длины амплифицированных фрагментов, мультилокусное фермент-электрофоретическое типирование, рестрикционный анализ, случайная	10	У, П, Р, ДЗ

		амплификация полиморфной ДНК. Проточная цитометрия.		
4	Микроорганизмы в продуктах питания.	<p>Внутренние (рН, содержание влаги, окислительно-восстановительный потенциал, содержание питательных веществ, антимикробные компоненты, биологические структуры) и внешние (температура хранения, относительная влажность окружающей среды, присутствие и концентрация газов в окружающей среде, присутствие и отсутствие других микроорганизмов) параметры пищевых продуктов, влияющие на рост микроорганизмов.</p> <p>Микробиота овощных и фруктовых продуктов. Порча фруктов. Микробиологическая обсемененность. Микробиота пророщенных семян. Микробиота свежего мяса и птицы, готовых мясных изделий. Распространение микроорганизмов и микробиологическая порча мяса и птицы.</p> <p>Микробиота молока, ферментация, ферментированные и неферментированные молочные продукты. Пробиотики и пребиотики.</p> <p>Определение микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в продуктах питания.</p> <p>Защита продуктов питания химическими препаратами и методами биоконтроля. Хлорид натрия и сахар, антиоксиданты, специи и эфирные масла. Молочно-кислый антагонизм.</p> <p>Радиационная защита продуктов и природа микробной резистенции к радиации. Предохранение продуктов питания с помощью низких температур и характеристика психрофильных микроорганизмов. Сохранение продуктов питания при высоких температурах и характеристика термофильных микроорганизмов. Сохранение продуктов питания с помощью высушивания, воздействие высушивания на микроорганизмы.</p>	10	У, П, Р, ДЗ
5	Глобальные биогеохимические циклы, осуществляемые прокариотами.	<p>Перенос углерода через пищевые цепи. Основные этапы циклических превращений углерода. Общая схема превращения полимеров растительного</p>	14	У, П, Р, ДЗ

	<p>Микробные процессы в биотехнологии окружающей среды.</p>	<p>происхождения в почве. Микробное разложение гемицеллюлоз крахмала, пектина в природе. Аэробный и анаэробный распад клетчатки; возбудители процессов. Использование микроорганизмов, разрушающих целлюлозу, для биосинтеза белка и для получения глюкозы. Лигнин и его разложение микроорганизмами. Значение процесса разложения лигнина для гумусообразования. Роль микроорганизмов в образовании и разрушении гумусовых веществ. Микробный синтез меланинов гумусообразование. Образование коры выветривания. Литофильные микробные сообществ. Роль микроорганизмов в образовании и разрушении минералов. Цикл превращения кислорода и водорода. Роль микроорганизмов в превращении кислорода и водорода. Сопряженность круговоротов кислорода и водорода. Общая схема цикла азота. Минерализация (аммонификация) азотсо-держащих органических веществ. Аэробное и анаэробное превращение белков, нуклеиновых кислот, мочевины, хитина. Судьба образующегося аммиака, Образование фитотоксических веществ при разложении растительных остатков. Нитрификация, первая и вторая фазы нитрификации. Гетеротрофная нитрификация. Оценка процессов нитрификации. Ингибиторы нитрификации. Нитрифицирующая активность разных почв. Иммобилизация минерального азота в почве, реминерализация иммобилизованного азота. Денитрификация прямая и косвенная, специфическая и неспецифическая. Характеристика микроорганизмов, способных к нитратному дыханию. Значение процессов денитрификации в обеднении почвы азотом. Регуляция денитрификации агротехническими</p>		
--	---	---	--	--



	<p>приемами. Азотфиксация. Общая оценка процесса. Симбиотические азотфиксирующие микроорганизмы. Несимбиотические (свободноживущие) аэробные и анаэробные азотофиксаторы. Фиксация азота в ризосфере и филлосфере. Связь азотфиксации с фотосинтезом. Превращение фосфора и калия. Роль микроорганизмов в минерализации фосфорорганических соединений. Мобилизация труднорастворимых фосфатов кальция кислотообразующими автотрофными и гетеротрофными микроорганизмами. Микробиологическое закрепление фосфора. Роль микроорганизмов и лишайников в извлечении калия из первичных и вторичных минералов. Хелатизация как особый фактор выветривания. Общая схема цикла серы. Образование сероводорода сульфат восстанавливающими бактериями и его судьба в разных почвах. Теория биогенного содонакопления. Окисление серы фотосинтезирующими и бесцветными серными. Биоразрушения. Биологическая обработка органических отходов. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов. Биогеотехнология металлов.</p>		
	Итого часов:	54	

**Примечание:** У- устный ответ; П - письменная работа; Р – реферат; ДЗ - домашнее задание (эссе и пр.). Формы контроля не являются жесткими и могут быть заменены преподавателем на другую форму контроля в зависимости от контингента обучающихся.

#### **4. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

##### **4.1. Текущая аттестация**

Текущая аттестация аспирантов проводится в соответствии с локальным актом - Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов по программам высшего образования - программам подготовки научных кадров в аспирантуре и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме опроса, а также оценки вопроса - ответа в рамках участия обучающихся в дискуссиях и различных контрольных мероприятиях по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем, ведущим дисциплину.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина - активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;
- степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках семинаров, практических занятий и самостоятельной работы.

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется с использованием нормативных оценок по 4-х бальной системе (5-отлично, 4- хорошо, 3-удовлетворительно, 2- не удовлетворительно).

#### **4.2. ФОС: оценочные средства дисциплины**

Для определения уровня освоения дисциплины «Экологическая микробиология и молекулярные механизмы адаптации прокариот» и сформированных у обучающихся компетенций проводится пороговый, текущий и итоговый контроль знаний, которые завершаются промежуточной аттестацией в виде дифференцированного зачета в устной форме. Пороговый контроль проводится на начальных этапах изучения учебного материала и базируется на знаниях по биологии и химии в рамках бакалаврской и магистерской программы. Текущий контроль степени усвоения теоретического материала осуществляется после изучения каждого раздела. Для проведения текущего контроля составляются отдельные группы вопросов в рамках разделов. Количество вопросов, выдаваемых каждому обучающемуся в рамках текущего контроля, зависит от объема раздела. Итоговый контроль проводится в целях закрепления и усвоенного материала по вопросам всех разделов. Промежуточная аттестация проводится в виде дифференцированного зачета в устной форме. Для проведения зачета используются типовые задания, в которые включаются два теоретических вопроса.

Оценочными средствами текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины является следующее:

Форма контроля знаний	Вид аттестации	Примечание
Опрос	Текущая	Подготовка и ответ на семинарском занятии по заданным вопросам
Дискуссия	Текущая	Обсуждение проблематики предмета
Практическая работа	Текущая	Выполнение и оформление заданий на практических работах
Реферат	Текущая	Самостоятельный анализ проблемы.
Контрольная работа	Промежуточная	Выполнение и оформление заданий по предложенным вопросам
Дифференцированный зачет	Промежуточная	Подготовка и ответ на экзамене по предложенным вопросам

#### **ФОС: оценочные средства текущего контроля**

*Вопросы для текущего контроля на семинарских и практических занятиях*

#### **Вопросы для текущего контроля на практическом занятии №1.**

1. Группы микроорганизмов по чувствительности к температуре. Механизмы адаптации к высоким температурам.

2. Микроорганизмы при высоких и низких значениях pH: группы, представители и их характеристика, места обитания.
3. Микроорганизмы при различных значениях давления: группы, представители, места обитания, механизмы приспособления.
4. Группы микробов по чувствительности к кислороду. Ингибирующее действие кислорода и его производных. Механизмы защиты от ингибирующего действия кислорода и его продуктов.
5. Значение воды для микроорганизмов. Характеристика показателя водной активности. Группы по чувствительности к различным значениям активности воды. Группы микроорганизмов по чувствительности к осмотическому изменению активности воды.
6. Группы по чувствительности к различным концентрациям солей. Представители, места обитания галофилов.
7. Характеристика токсичных для микробов веществ. Механизмы адаптации.
8. Концентрация питательных веществ: характеристика мест обитания; группы по потребности в питании. Приспособление олиготрофов к низким концентрациям веществ.
9. Ионизирующее излучение: характеристика источников, представители радиорезистентных микроорганизмов, механизмы адаптации.
10. Влияние магнитного тяготения, магнитных полей на микроорганизмы.
11. Адаптивные механизмы микроорганизмов: адаптация; репарация поврежденной ДНК. SOS- ответ, RpoS-ответ.

### **Вопросы для текущего контроля на практическом занятии №2.**

1. Биотические связи с участием микроорганизмов. Типы взаимодействий между микроорганизмами и другими живыми системами. Концепция биотического сообщества.
2. Понятие о консорциумах как функциональных единицах биогеоценоза. Видовое разнообразие и гомеостаз системы. Трофические и метаболические связи. Положительные и отрицательные взаимодействия.
3. Метабиоз, симбиоз (протокооперация, комменсализм, мутуализм, паразитизм), конкуренция.
4. Антагонистические отношения животных и микроорганизмов. Особенности обмена информацией между микроорганизмами, система "quorum sensing" и ее роль в жизни прокариот.
5. Синтрофия и ее особенности у микроорганизмов. Экотипический полиморфизм.
6. Симбиозы прокариот и простейших. Роль взаимодействия в жизнедеятельности симбионтов. Особенности симбиотических связей простейших с археями-метаногенами.
7. Симбиозы микроорганизмов и насекомых (муравьи-листорезы, термиты, тли, тараканы, клопы щитники), их особенности. Нормальная и патогенная микрофлора насекомых. Микробиологические средства защиты растений. Бактериальные и грибные энтомопатогенные препараты. Фунгицидные препараты.
8. Симбиотические связи микроорганизмов и млекопитающих. Микробные сообщества желудка жвачных животных. Микроорганизмы-симбионты грызунов.
9. Микробно-растительные взаимодействия, их роль в биосфере. Классификация микробно-растительных взаимодействий. Уровни микробно-растительных взаимодействий. Роль микроорганизмов в жизни растений и роль растений в жизни микроорганизмов.
10. Микробные сообщества ризосферы, ризопланы. Микробные сообщества семени, филлосферы и филлопланы.
11. Взаимодействие азотфиксирующих бактерий из рода *Rhizobium* с бобовыми растениями.
12. Симбиоз актиномицетов и растений. Грибо-растительный симбиоз. Микориза. Микробиологические удобрения.

### **Примеры типовых ситуационных задач к практическому занятию №3.**

Задача №1. Фермер Тяпкин жалуется на плохую урожайность картофеля и предполагает увеличение численности фитопатогенных грибов на его поле. Предложите план микробиологических исследований для того, чтобы подтвердить или опровергнуть его точку зрения.

Задача №2. В вашу лабораторию для исследований доставлен ценный микроорганизм - стимулятор роста и развития овощных культур из почвы Западной Сахары. Составьте план экспериментов по идентификации культуры и оценки его культуральных свойств.

Задача №3. К вам обратился профессор Мо Янь из Шаньдунской Академии Наук с просьбой предоставить ему для исследований по стимуляции роста томатов штамм бактерий, перспективный для применения в его климатической зоне. Обоснуйте выбор штамма-продуцента.

Задача №4. Вам необходимо выделить высокоэнтомопатогенный штамм бактерий *Bacillus thuringiensis*. Известно, что это естественный обитатель почв, поверхности листовых пластин растений, он встречается в желудочно-кишечном тракте погибших и больных насекомых, в песке и даже в водоёмах. Из каких объектов вы предпочтете проводить выделение данных бактерий и почему?

Задача №5. Микробиолог И.И. Пробиркина решила поставить эксперимент, доказывающий способность штамма *Bacillus* sp. 01-1 подавлять рост патогенного гриба *Fuzarium oxysporum*. Для этого она инокулировала колбы с жидкой гороховой средой одновременно штаммами обеих культур и провела совместное культивирование на качалках в течение 3 суток при комнатной температуре. По окончании культивирования в опытных колбах обнаружилась преимущественно культура *Bacillus* sp. 01-1, рост мицелия гриба был слабым, гифы короткие, изогнутые, не отмечалось образование плодовых тел. В контроле, инокулированном только грибом микробиолог наблюдала обильный рост гиф и сформированные плодовые тела. Ведущий научный сотрудник А.И. Петлёв-Штриханов раскритиковал результаты, полученные своей подопечной. Помогите Ирине Ивановне правильно подобрать методы и составить схему эксперимента для проверки её гипотезы.

**Примерный перечень вопросов для подготовки реферата к практическому занятию №3.**

1. Распространение микроорганизмов и природные места их обитания.
2. Взаимодействие микробных популяций в сообществах: нейтрализм, метабиоз, мутуализм, комменсализм, амменсализм, паразитизм, хищничество, антагонизм.
3. Влияние факторов внешней среды на развитие микроорганизмов (температура, рН среды, влажность, молекулярный кислород, гидростатическое давление, излучения, магнитные поля).
4. Природные места обитания психрофильных и психроактивных бактерий. Механизмы адаптации бактерий к температуре окружающей среды.
5. Галофильные микроорганизмы, распространение, способы осморегуляции.
6. Водные среды обитания микроорганизмов.
7. Распространение фототрофных бактерий, их биология.
8. Микрофлора почвы. Основные группы микроорганизмов почвенного комплекса, их функции.
9. Микрофлора ризосферы, ее состав, значение.
10. Азотфиксация и проблема плодородия почвы. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы.
11. Выживаемость патогенных микроорганизмов в почве.
12. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов.
13. Взаимодействие микробных популяций. Основные типы межпопуляционных взаимодействий и их разновидности.
14. Круговорот воды, азота и минеральных элементов в экосистемах.
15. Биосферный цикл углерода.
16. Биосферные циклы кислорода и воды. Соотношение биотических и абиотических источников свободного кислорода в атмосфере Земли.
17. Экофизиология микроорганизмов. Роль микроорганизмов в глобальных циклах элементов.

**Критерии оценивания докладов.**

Критерии	Количество баллов		
	0	1	2
1. Актуальность материала	Представленный материал недостаточно актуален, для подготовки доклада студент использовал	Для подготовки доклада студент использовал российские и зарубежные источники	Представленный материал актуален. Для подготовки доклада студент использовал современные

	устаревшие источники литературы (более 10-20 лет).	литературы, однако недостаточно новые (изданные 10-20 лет назад), либо не учел опыт зарубежных специалистов.	российские и зарубежные источники литературы под авторством ведущих специалистов (за последние 5-10 лет).
2. Информативность	Тема раскрыта неполно, отсутствует либо слабо представлен наглядный материал. Для подготовки доклада использовано менее 3 источников литературы.	Тема доклада раскрыта недостаточно полно, но сопровождается наглядными схемами и рисунками. Для подготовки доклада использовано 3-10 источников литературы.	Тема раскрыта в полном объеме, проиллюстрирована описанием на примерах, а также сопровождается наглядными схемами и рисунками. Для подготовки доклада использовалось более 10 источников литературы.
3. Научность	Доклад изложен в ненаучном стиле, для его подготовки в основном использованы популярные интернет-статьи без ссылок на первоисточники.	Доклад изложен с элементами научного стиля, для его подготовки студент использовал научные статьи, однако часть материала (30-40% и более) была взята из популярных интернет-статей. Не хватает ссылок на первоисточники.	Доклад изложен с элементами научного стиля, для его подготовки студент использовал научные статьи, в том числе из всероссийских международных баз (например, статьи из eLibrary, Web of Science). На слайдах имеются ссылки на первоисточники.
4. Структура доклада	Доклад не структурирован. Нет введения и заключения.	Доклад структурирован, но имеет место обсуждение деталей, отвлеченных от темы. Не хватает введения или заключения.	Доклад четко структурирован, имеет введение с постановкой проблемы, последовательную содержательную часть, заключение.
5. Оформление	Презентация к докладу не подготовлена.	Для демонстрации иллюстративного материала к докладу подготовлена презентация. Однако возникают проблемы с читаемостью шрифта (маленький размер, бледный цвет, слишком пестрое оформление). Встречаются нечеткие иллюстрации, либо имеются необоснованные графические элементы.	Для демонстрации иллюстративного материала к докладу подготовлена презентация. Размер шрифта в презентации более 16, цвет контрастен по отношению к фону, используется 2-4 цвета, текст легко читается. Иллюстрации обоснованные и четкие.
6. Представление	Материал излагается	Материал излагается	Материал излагается

материала	недостаточно логично и последовательно. Текст читается с листа. Информация не понятна аудитории. Наглядный материал отсутствует.	недостаточно логично и последовательно. Текст читается с листа. Некоторые детали представляемой информации непонятны для аудитории. Иллюстрации в презентации не всегда совпадают с текстом доклада, либо есть текстовый материал, ключевые моменты которого остались без демонстрации.	логично, последовательно, понятным для аудитории языком. Студент делает доклад «своими словами». Иллюстрации в презентации соответствуют тексту доклада. Приветствуются наличие видеоматериалов, а также демонстративного материала в виде приборов или других материалов (+1 дополнительный балл)
Владение информацией (ответы на вопросы)	Студент недостаточно свободно владеет информацией и не может ответить на вопросы.	Студент недостаточно владеет информацией, у него возникают трудности при ответе на вопросы.	Студент свободно владеет информацией, дает развернутые ответы на вопросы.

**Подсчитывается общее количество баллов, в зависимости от набранной суммы выставляется оценка.**

12-15 баллов - «отлично».

8-11 баллов - «хорошо».

4-7 баллов - «удовлетворительно»,

менее 4 баллов - «неудовлетворительно».

#### **Вопросы к контрольной работе на семинарском занятии №4.**

1. Внутренние (рН, содержание влаги, окислительно-восстановительный потенциал, содержание питательных веществ, антимикробные компоненты, биологические структуры) и внешние (температура хранения, относительная влажность окружающей среды, присутствие и концентрация газов в окружающей среде, присутствие и отсутствие других микроорганизмов) параметры пищевых продуктов, влияющие на рост микроорганизмов.

2. Микробиота овощных и фруктовых продуктов. Порча фруктов. Микробиологическая обсемененность. Микробиота пророщенных семян.

3. Микробиота свежего мяса и птицы, готовых мясных изделий. Распространение микроорганизмов и микробиологическая порча мяса и птицы.

4. Микробиота молока, ферментация, ферментированные и неферментированные молочные продукты. Пробиотики и пребиотики.

5. Определение микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в продуктах питания. Методы культивирования, отбора образцов и микроскопии. Иммунологические и молекулярно-генетические методы в микробиологии. Проточная цитометрия.

6. Защита продуктов питания химическими препаратами и методами биоконтроля. Хлорид натрия и сахар, антиоксиданты, специи и эфирные масла. Молочно-кислый антагонизм.

7. Радиационная защита продуктов и природа микробной резистенции к радиации.

8. Предохранение продуктов питания с помощью низких температур и характеристика психрофильных микроорганизмов. Сохранение продуктов питания при высоких температурах и характеристика термофильных микроорганизмов.

9. Сохранение продуктов питания с помощью высушивания, воздействие высушивания на микроорганизмы.

10. Перенос углерода через пищевые цепи. Основные этапы циклических превращений углерода. Микробное разложение гемицеллюлоз крахмала, пектина в природе. Аэробный и анаэробный распад клетчатки; возбудители процессов. Использование микроорганизмов, разрушающих целлюлозу, для биосинтеза белка и для получения глюкозы. Лигнин и его разложение микроорганизмами.

11. Общая схема цикла азота. Минерализация (аммонификация) азотсодержащих органических веществ. Аэробное и анаэробное превращение белков, нуклеиновых кислот, мочевины, хитина. Судьба образующегося аммиака, Образование фитотоксических веществ при разложении растительных остатков.

12. Нитрификация, первая и вторая фазы нитрификации. Гетеротрофная нитрификация. Оценка процессов нитрификации. Ингибиторы нитрификации. Нитрифицирующая активность разных почв. Имобилизация минерального азота в почве, реминерализация иммобилизованного азота.

13. Денитрификация прямая и косвенная, специфическая и неспецифическая. Характеристика микроорганизмов, способных к нитратному дыханию. Значение процессов денитрификации в обеднении почвы азотом. Регуляция денитрификации агротехническими приемами.

14. Азотфиксация. Общая оценка процесса. Симбиотические азотфиксирующие микроорганизмы. Несимбиотические (свободноживущие) аэробные и анаэробные азотфиксаторы. Фиксация азота в ризосфере и филлосфере. Связь азотфиксации с фотосинтезом.

15. Превращение фосфора и калия. Роль микроорганизмов в минерализации фосфорорганических соединений. Мобилизация труднорастворимых фосфатов кальция кислотообразующими автотрофными и гетеротрофными микроорганизмами. Микробиологическое закрепление фосфора.

16. Роль микроорганизмов и лишайников в извлечении калия из первичных и вторичных минералов. Хелатизация как особый фактор выветривания. Общая схема цикла серы.

17. Образование сероводорода сульфатвосстанавливающими бактериями и его судьба в разных почвах. Теория биогенного содонакопления. Окисление серы фотосинтезирующими и бесцветными серными.

18. Образование коры выветривания. Литофильные микробные сообщества. Роль микроорганизмов в образовании и разрушении минералов.

19. Биоразрушения. Биологическая обработка органических отходов. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов. Биогеотехнология металлов.

#### **Примерный перечень вопросов для тестовой проверки знаний обучающихся на семинарском занятии №4.**

1) Бактерии, питающиеся за счет готовых органических соединений:

- А. аутоотрофы
- Б. гетеротрофы
- С. паразиты
- Д. фагоциты

2) Бактерии, использующие для построения своих клеток диоксид углерода и другие органические соединения:

- А. гетеротрофы
- Б. паразиты
- С. фагоциты
- Д. аутоотрофы

3) Нитрифицирующие бактерии являются:

- А. олиготрофами
- Б. фагоцитами
- С. аутоотрофами
- Д. гетеротрофами

4) Микроорганизмы, которые приспособились в процессе эволюции к низким температурам:

- А. мезофилы
- Б. психрофилы

- С. термофилы  
Д. сапрофиты
- 5) Микроорганизмы почвы, способные получать необходимую им энергию от окисления минеральных соединений:
- А. олиготрофы  
Б. сапрофиты  
С. автохтоны  
Д. автотрофы
- 6) О свежем фекальном загрязнении почвы свидетельствует обнаружение:
- А. стафилококков  
Б. сальмонелл  
С. яиц гельминтов  
Д. энтерококков
- 7) К химическим средствам дезинфекции относятся:
- А. термофильные микробы  
Б. фенолы  
С. УФЛ  
Д. ультразвук
- 8) Антибиотикограмма - это:
- А. определение чувствительности микробов к антибиотикам  
Б. определение чувствительности антибиотиков к микробам  
С. определение чувствительности животных к антибиотикам  
Д. определение чувствительности растений к антибиотикам
- 9) Дезинфицирующее средство имеет бактериостатическое действие, когда оно:
- А. задерживает при определённых условиях рост микроорганизмов, но не приводит к их гибели  
Б. способно убить микробную клетку  
С. вызывает в микробной клетке биохимические изменения  
Д. вызывает в микробной клетке морфологические изменения
- 10) Термофилы-это бактерии, развивающиеся при температуре:
- А. 0-10 градусов  
Б. 0-40 градусов  
С. 50-70 градусов  
Д. 70-80 градусов
- 11) Система мероприятий по уничтожению патогенных или условно-патогенных микроорганизмов во внешней среде или на теле животного:
- А. дезинфекция  
Б. дезинсекция  
С. дератизация  
Д. кварцевание
- 12) Олиготрофные микроорганизмы почвы - это:
- А. микроорганизмы, способные ассимилировать органические соединения из растворов низкой концентрации  
Б. микроорганизмы, способные получать необходимую им энергию от окисления минеральных соединений  
С. микроорганизмы, разлагающие органические соединения растительного и животного происхождения  
Д. микроорганизмы, способные разлагать перегнойные соединения почвы
- 13) Бактерии по типу дыхания подразделяются на:
- А. олиготрофы и сапрофиты  
Б. анаэрофобы и анаэрофаги  
С. аэрофобы и анаэрофобы  
Д. аэробы и анаэробы
- 14) Микроорганизмы, разлагающие органические соединения растительного и животного происхождения - это:
- А. сапрофиты



- Б. олиготрофы  
С. Аэробы  
Д. Анаэробы
- 15) Микроорганизмы, развивающиеся на поверхности растений, называются:  
А. Бактериофагами  
Б. Олиготрофами  
С. Эпифитами  
Д. Актономицетами
- 16) Микробы, поражающие и подавляющие растения, являются:  
А. Активаторами  
Б. Ингибиторами  
С. Фагоцитами  
Д. Паразитами
- 17) Для количественного учета почвенных микроорганизмов используют:  
А. аппликационный метод  
Б. метод титров  
С. метод питательных пластин в сочетании с методом последовательных разведений  
Д. метод отмыва корней
- 18) Смешанной называют культуру:  
А) состоящую из микроорганизмов нескольких видов;  
Б) состоящую из микроорганизмов одного вида;  
С) состоящую из микроорганизмов с одинаковыми биохимическими свойствами;  
Д) состоящую из микроорганизмов с одинаковыми культуральными свойствами.
- 19) Переход сложных азотистых продуктов до соединения аммиака называют  
А) аммонификация  
Б) брожение  
С) гниение  
Д) дыхание
- 20) От неблагоприятных факторов окружающей среды бациллы защищаются, образуя внутри клетки:  
А) лизосому.  
В) рибосому.  
С) вакуоль.  
Д) спору.
- 21) Основная функция спор бактерий:  
А) включения бактериальной клетки, дающие начало новым клеткам.  
В) структурный компонент клетки, играющий роль запасных питательных веществ.  
С) сохранение бактерий в неблагоприятных условиях внешней среды.  
Д) органоид, осуществляющий биосинтез белка.
- 22) Споры бацилл могут располагаться в клетке:  
А) терминально.  
В) субтерминально.  
С) центрально, субтерминально, терминально.  
Д) центрально.
- 23) .Оптимальная температура развития для большинства микроорганизмов  
А) 0-5°C  
В) 5-15°C  
С) 35-37°C  
Д) 25-35°C
- 24) Основными факторами, влияющими на жизнедеятельность микробов, являются  
А) способы дыхания, питания  
В) температура, влажность, действие света, характер питательной среды  
С) способы размножения, характер среды  
Д) влажность, температура, способ дыхания
- 25) При какой температуре протекает метод пастеризации?

- A) 30-60°C  
 B) 60-90°C  
 C) 90-100°C  
 Д) 100-120°C
- 26) При какой температуре протекает метод стерилизации?  
 A) 30-60°C  
 B) 60-90°C  
 C) 90-100°C  
 Д) 100-120°C
- 27) Чему способствует повышенная влажность?  
 A) увеличению количества растворимых питательных веществ  
 B) повышению скорости размножения микробов  
 C) повышению скорости передвижения микробов  
 Д) повышению скорости дыхания микробов
- 28) Нижний предел влажности среды для развития бактерий и плесневых грибов  
 A) 15%  
 B) 25%  
 C) 30%  
 Д) 50%
- 29) Укажите определение, соответствующее понятию «симбиоз»:  
 A) взаимовыгодное сожительство различных видов микроорганизмов;  
 B) взаимное противодействие микроорганизмов, подавление одних видов другими;  
 C) тип взаимоотношений, когда один вид микроорганизмов использует для своей жизнедеятельности продукты жизнедеятельности другого микроорганизма;  
 Д) усиление физиологических функций видов, существующих вместе в микробной ассоциации.
- 30) Антагонизм определяется как:  
 A) взаимовыгодное сожительство различных видов микроорганизмов;  
 B) взаимное противодействие микроорганизмов, подавление одних видов другими;  
 C) тип взаимоотношений, когда один вид микроорганизмов использует для своей жизнедеятельности продукты жизнедеятельности другого микроорганизма;  
 Д) усиление физиологических функций видов, существующих вместе в микробной ассоциации.
- 31) Укажите определение, соответствующее понятию «метабиоз»:  
 A) взаимовыгодное сожительство различных видов микроорганизмов;  
 B) взаимное противодействие микроорганизмов, подавление одних видов другими;  
 C) тип взаимоотношений, когда один вид микроорганизмов использует для своей жизнедеятельности продукты жизнедеятельности другого микроорганизма;  
 Д) усиление физиологических функций видов, существующих вместе в микробной ассоциации.

**Тестовые задания открытого типа.**

1. Анаэробный процесс окисления глюкозы до двух молекул пировиноградной кислоты - .... является наиболее метаболически простым способом получения АТФ, универсальным для всех прокариот и эукариот
2. Анаэробный окислительно-восстановительный процесс, обеспечивающий образование АТФ, НАДН в ходе окисления углеродсодержащего субстрата с выделением углекислого газа, называется .... , и происходит в цитоплазме ряда бактерий и дрожжевых грибов.
3. Напишите название группы пигментов
4. При кислородном фотосинтезе у цианобактерий световую энергию воспринимают вспомогательные пигменты .... и основной пигмент хлорофилл а
5. Ферментный комплекс азотфиксирующих бактерий .... обеспечивает связывание молекулярного азота и его восстановление до аммиака.
6. Разложение и минерализация органических остатков, содержащих органический азот с образованием аммиака, называется .... .
7. Усвоение молекулярного азота и перевод его в состав азотсодержащих органических веществ, называется .... .

8. Бактериальное окисление аммиака до нитрита, а затем до нитрата, называется ....

### **ФОС: оценочные средства промежуточного контроля**

#### ***Вопросы для подготовки к аттестации***

1. Влияние внешних факторов на жизнедеятельность микроорганизмов. Аэробы. Анаэробы. Факультативные анаэробы. Атмосфера как среда для обитания и распределения микроорганизмов.

2. Состав и активность микробных сообществ внутренних водоемов. Олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, дистрофные водоемы. Состав и активность морских микробных сообществ. Гидротермальные источники. Литотрофные бактерии, их значение для продуктивности гидротермальных зон.

3. Почва как среда обитания микроорганизмов. Водная фаза почвы. Микроорганизмы и почвенный воздух. Сукцессия микробных сообществ почвы. Функциональная роль микроорганизмов в почве.

4. Адаптация эвтрофов к субоптимальным концентрациям питательных субстратов и к условиям голодания. Адаптация олиготрофов к низким концентрациям питательных субстратов. Осмоадаптация.

5. Адаптация прокариот к действию излучений. Адаптация прокариот к температуре. Мезофилы. Регулируемая температурой экспрессия генов. Тепловой шок. Холодовой шок. Термофилы и психрофилы: характеристика групп и основные представители, физиолого-биохимические и молекулярные аспекты термофилии и психрофилии.

6. Адаптация прокариот к содержанию кислорода в среде. Регуляция кислородом типа метаболизма. Окислительный стресс.

7. Адаптация прокариот к концентрации ионов водорода в среде. Нейтрофилы и механизмы их адаптации к высоким и низким значениям pH. Ацидофилы и алкалофилы.

8. Адаптация прокариот к токсичным концентрациям ионов металлов. Механизмы резистентности к ртути, мышьяку, меди, серебру. Механизмы резистентности, основанные на выводе ионов тяжелых металлов.

9. Адаптация прокариот к токсическому действию органических соединений. Специфичные системы защиты прокариот к действию антибиотиков. Системы множественной резистентности к действию токсичных соединений.

10. Формирование биопленок и их роль в резистентности бактерий к действию токсических соединений.

11. Биотические связи с участием микроорганизмов. Типы взаимодействий между микроорганизмами и другими живыми системами. Видовое разнообразие и гомеостаз системы. Метабиоз, симбиоз (протокооперация, комменсализм, мутуализм, паразитизм), конкуренция.

12. Антагонистические отношения животных и микроорганизмов. Особенности обмена информацией между микроорганизмами, система "quorum sensing" и ее роль в жизни прокариот.

13. Симбиозы прокариот и простейших. Роль взаимодействия в жизнедеятельности симбионтов. Особенности симбиотических связей простейших с археями-метаногенами. Симбиозы микроорганизмов и их особенности.

14. Нормальная и патогенная микрофлора насекомых. Микробиологические средства защиты растений. Бактериальные и грибные энтомопатогенные препараты.

15. Симбиотические связи микроорганизмов и млекопитающих. Микробные сообщества желудка жвачных животных. Микроорганизмы-симбионты грызунов.

16. Микробно-растительные взаимодействия, их роль в биосфере. Классификация микробно-растительных взаимодействий. Уровни микробно-растительных взаимодействий. Роль микроорганизмов в жизни растений и роль растений в жизни микроорганизмов.

17. Микробные сообщества ризосферы, ризопланы. Микробные сообщества семени, филлосферы и филлопланы.

18. Взаимодействие азотфиксирующих бактерий из рода *Rhizobium* с бобовыми растениями.

19. Симбиоз актиномицетов и растений. Грибо-растительный симбиоз. Микориза. Микробиологические удобрения.

20. Внутренние и внешние параметры пищевых продуктов, влияющие на рост микроорганизмов.
21. Микробиота овощных и фруктовых продуктов. Порча фруктов. Микробиологическая обсемененность. Микробиота пророщенных семян.
22. Микробиота свежего мяса и птицы, готовых мясных изделий. Распространение микроорганизмов и микробиологическая порча мяса и птицы.
23. Микробиота молока, ферментация, ферментированные и неферментированные молочные продукты. Пробиотики и пребиотики.
24. Защита продуктов питания химическими препаратами и методами биоконтроля. Хлорид натрия и сахар, антиоксиданты, специи и эфирные масла. Молочно-кислый антагонизм.
25. Радиационная защита продуктов и природа микробной резистенции к радиации.
26. Предохранение продуктов питания с помощью низких температур и характеристика психрофильных микроорганизмов. Сохранение продуктов питания при высоких температурах и характеристика термофильных микроорганизмов.
27. Сохранение продуктов питания с помощью высушивания, воздействие высушивания на микроорганизмы.
28. Перенос углерода через пищевые цепи. Основные этапы циклических превращений углерода. Микробное разложение гемицеллюлоз крахмала, пектина в природе. Аэробный и анаэробный распад клетчатки; возбудители процессов. Использование микроорганизмов, разрушающих целлюлозу, для биосинтеза белка и для получения глюкозы. Лигнин и его разложение микроорганизмами.
29. Общая схема цикла азота. Минерализация (аммонификация) азотсодержащих органических веществ. Аэробное и анаэробное превращение белков, нуклеиновых кислот, мочевины, хитина. Судьба образующегося аммиака. Образование фитотоксических веществ при разложении растительных остатков.
30. Нитрификация, первая и вторая фазы нитрификации. Гетеротрофная нитрификация. Оценка процессов нитрификации. Ингибиторы нитрификации. Нитрифицирующая активность разных почв. Имобилизация минерального азота в почве, реминерализация иммобилизованного азота.
31. Денитрификация прямая и косвенная, специфическая и неспецифическая. Характеристика микроорганизмов, способных к нитратному дыханию. Значение процессов денитрификации в обеднении почвы азотом. Регуляция денитрификации агротехническими приемами.
32. Азотфиксация. Общая оценка процесса. Симбиотические азотфиксирующие микроорганизмы. Несимбиотические (свободноживущие) аэробные и анаэробные азотфиксаторы. Фиксация азота в ризосфере и филлосфере. Связь азотфиксации с фотосинтезом.
33. Превращение фосфора и калия. Роль микроорганизмов в минерализации фосфорорганических соединений. Мобилизация труднорастворимых фосфатов кальция кислотообразующими автотрофными и гетеротрофными микроорганизмами. Микробиологическое закрепление фосфора.
34. Роль микроорганизмов и лишайников в извлечении калия из первичных и вторичных минералов. Хелатизация как особый фактор выветривания. Общая схема цикла серы.
35. Образование сероводорода сульфат восстанавливающими бактериями и его судьба в разных почвах. Теория биогенного содонакопления. Окисление серы фотосинтезирующими и бесцветными серными.
36. Образование коры выветривания. Литофильные микробные сообществ. Роль микроорганизмов в образовании и разрушении минералов.
37. Биоразрушения. Биологическая обработка органических отходов. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов. Биогеотехнология металлов.

### **4.3. Формирование и оценка компетенций в процессе обучения**

Оценка результатов обучения по дисциплине (модулю) «Экологическая микробиология», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры.

ПК- 4: Способность владеть теоретическими основами жизнедеятельности микроорганизмов почвы, осуществлять использование почвенных сапрофитных микроорганизмов, бактерий антагонистов, продуцентов биологически активных веществ для оптимизации микробиоценозов.

балл	Критерии оценивания планируемых результатов обучения (показатели освоения компетенций)		
	знать	уметь	владеть
5	Сформированные систематические знания методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в экологической микробиологии. Сформированные систематические знания о современном состоянии науки в области экологической микробиологии, основ жизнедеятельности микроорганизмов почвы, бактерий антагонистов, энтомопатогенов, продуцентов биологически активных веществ для оптимизации микробиоценозов.	Успешное и систематическое умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования в области экологической микробиологии.	Информацией о механизмах адаптации микроорганизмов к условиям внешней среды. Владеть навыками использования современной методологии изучения микроорганизмов различных эколого-трофических групп и их прикладного применения для практического решения профессиональных задач.
4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в экологической микробиологии. Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современном состоянии науки в области экологической микробиологии, основ жизнедеятельности микроорганизмов почвы, бактерий антагонистов, энтомопатогенов, продуцентов биологически активных веществ для оптимизации микробиоценозов.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать и применять экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования в области экологической микробиологии.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение информацией о механизмах адаптации микроорганизмов к условиям внешней среды. Владеть основными навыками использования современной методологии изучения микроорганизмов различных эколого-трофических групп и их прикладного применения для практического решения профессиональных задач.
3	Общие, но неструктурированные знания методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в экологической микробиологии. Имеет общее представление о современном состоянии науки в области экологической	В целом успешное, но не систематическое умение выбирать и применять экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования в области экологической микробиологии.	В целом успешное, но не систематическое владение информацией о механизмах адаптации микроорганизмов к условиям внешней среды. Удовлетворительные навыки использования

	микробиологии. Общие представления основ жизнедеятельности микроорганизмов почвы, бактерий антагонистов, энтомопатогенов, продуцентов биологически активных веществ для оптимизации микробиоценозов.		современной методологии изучения микроорганизмов различных эколого-трофических групп и их прикладного применения для практического решения профессиональных задач.
2	Фрагментарные знания методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в экологической микробиологии. Фрагментарные представления основ жизнедеятельности микроорганизмов почвы, бактерий антагонистов, энтомопатогенов, продуцентов биологически активных веществ для оптимизации микробиоценозов.	Частично освоенное умение выбирать и применять экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования в области экологической микробиологии.	Поверхностное владение информацией о механизмах адаптации микроорганизмов к условиям внешней среды; фрагментарные навыки использования современной методологии изучения микроорганизмов различных эколого-трофических групп и их прикладного применения для практического решения профессиональных задач.

#### 4.4. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в соответствии с локальным актом - Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ФГБУН «НИИСХ КРЫМА» по программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме дифференцированного зачета в период зачетно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса. Обучающийся допускается к экзамену в случае выполнения всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценивание обучающегося на промежуточной аттестации осуществляется с использованием нормативных оценок на экзамене - по 4-х бальной системы (5-отлично, 4-хорошо, 3-удовлетворительно, 2-не удовлетворительно).

#### Критерии и шкала оценки результатов промежуточной аттестации

**5 баллов (отлично):** обучающийся дает исчерпывающие ответы, знает точные определения, может привести примеры решения практических исследовательских задач при помощи изученного материала. Оценка выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.

**4 балла (хорошо):** Оценка выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

**3 балла (удовлетворительно):** обучающийся дает неполный ответ. Ответ обучающегося полностью раскрывает содержание первого вопроса и только ряд положений второго. Допускается

наличие 8-10 неточностей в ответе, не изменяющих его суть. Оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно нарушения изложения программного материала.

**2 балла (неудовлетворительно):** знания отсутствуют или ответ неполный, нелогичный и непоследовательный, допущены грубые ошибки в изложении сути вопросов. Отсутствуют примеры. Оценка выставляется обучающемуся, достигает порогового уровня, проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная учебная литература

1. Красникова Л. В. Микробиология: учебное пособие - Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2015
2. Ивчатов, А. Л. Микробиология / А. Л. Ивчатов. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2013. – 120 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312337> (дата обращения: 25.06.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-93093-918-7. – Текст : электронный.
3. Общая биология и микробиология: учебное пособие - Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2017
4. Джей Дж. М. Современная пищевая микробиология. – М. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 886с.
5. Кузнецова Е. А., Князев А. А. Микробиология: учебное пособие : в 2 частях - Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017
6. Мурадова Е. О. Микробиология : полный курс к экзамену: учебное пособие - Саратов: Научная книга, 2020
7. Куранова Н. Г., Купатадзе Г. А. Микробиология: учебное пособие, Ч. 1. Прокариотическая клетка - Москва: Прометей, 2013
8. Куранова Н. Г. Микробиология: учебное пособие, Ч. 2. Метаболизм прокариот - Москва: Прометей, 2017
9. Куранова Н. Г., Купатадзе Г. А. Микробиология: учебное пособие, Ч. 3. Мир прокариот - Москва: Прометей, 2020

### Дополнительная учебная литература

1. Максимович В. В., Вербицкий А. А., Медведев А. П., Гайсёнок С. Л. Эпизоотология с микробиологией: учебник - Минск: РИПО, 2017
2. Нетрусов А.И. Микробиология: учебник для вузов. - 3-е изд.. испр. - М.: Академия, 2009 - 352 с. (Библиотека ПГУ, 10 экз.)
2. Намсараев Б.Б., Абидуева Е.Ю., Лаврентьева Е.В. и др. Экология микроорганизмов экстремальных водных систем: учебное пособие. - Улан-Удэ: Издательство Бурятского государственного университета, 2008 - 94 с.  
[http://window.edu.ru/resource/543/63543/files/microorganism\\_ecology.pdf](http://window.edu.ru/resource/543/63543/files/microorganism_ecology.pdf)
3. Олескин А.В. Экологически важные свойства популяций микроорганизмов // Соросовский образовательный журнал, 2001, №8, с. 7-12.  
[http://window.edu.ru/resource/598/20598/files/0108\\_007.pdf](http://window.edu.ru/resource/598/20598/files/0108_007.pdf)
4. Нетрусов А.И. Общая микробиология: учебник для вузов. - М.: Академия, 2007 - 288 с.
5. Гидробиология: планктон (трофические и метаболические взаимоотношения) / Садчиков А.П. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016 - 240 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=761407>
6. Protistology (научный журнал) [https://e.lanbook.com/journal/2678#journal\\_name](https://e.lanbook.com/journal/2678#journal_name)
7. «Russian Journal of Ecosystem Ecology» – международный научный рецензируемый периодический электронный журнал [https://e.lanbook.com/journal/2677#journal\\_name](https://e.lanbook.com/journal/2677#journal_name)

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Всероссийский экологический портал <http://ecoportal.su/>
2. Гаплоидный эволюционный конструктор: моделирование микробных Сообществ <http://evol-constructor.bionet.nsc.ru/>

3. Гидробиологическое Общество РАН <http://gboran.ru/>
4. Журнал «Микробиология» <http://www.maik.ru/ru/journal/mikbio/>
5. Изображения микроорганизмов <http://megasun.bch.umontreal.ca/protists/protists.html>
6. Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН <http://www.iegmr.ru/>
7. Научно-образовательный портал «Фундаментальная экология» <http://www.sevin.ru/fundecology/>
8. Научно-популярный образовательный журнал «Экология и жизнь»: <http://www.ecolife.ru/>
9. Организация и экология сообществ: <http://www.nat.cross-ipk.ru/body/ecology/ecology/chap04.htm>
10. Принципы экологии. Научный электронный журнал <http://ecopri.ru/>
11. «Протисты» - электронная коллекция [http://www.zin.ru/Animalia/Protista/page\\_pr.htm](http://www.zin.ru/Animalia/Protista/page_pr.htm)
12. Сайт «Системная экология» <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/default.htm>
13. Сайт «RKM.kz» <http://rkm.kz/>
14. ФГБУ "Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов" <http://www.genetika.ru/>
15. Фонд знаний Ломоносов «Экология микроорганизмов» <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0129486>
16. Экологический словарь <http://www.ecosystema.ru/07referats/slovar/>
17. Meduniver Микробиология <http://meduniver.com/Medical/Microbiology/3.html>

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Самостоятельная работа* по дисциплине «Экологическая микробиология» проявляется в следующих формах:

- репродуктивная: самостоятельное прочтение, просмотр, конспектирование учебной литературы, прослушивание лекций, анализ, запоминание, повторение учебного материала;
- познавательно-поисковая: подготовка сообщений, докладов, выступлений на семинарских и практических занятиях, написание рефератов, контрольных и др.;

В рамках самостоятельной работы аспиранты изучают учебнометодическое обеспечение дисциплины, готовят домашнее задание, работает над вопросами и заданиями для самоподготовки, занимается поиском и обзором научных публикаций и электронных источников информации. Самостоятельная работа должна носить систематический характер и контролируется преподавателем, учитывается преподавателем для выставления аттестации.

*Подготовка к лекции.* Для повышения качественного уровня освоения дисциплины аспирант должен готовиться к каждой лекции, так как она является ведущей формой организации обучения студентов и реализует функции, способствующие:

- > формированию основных понятий дисциплины,
- > стимулированию интереса к дисциплине, темам ее изучения,
- > систематизации и структурированию всего массива знаний по дисциплине,
- > ориентации в научной литературе, раскрывающей проблемы дисциплины. Подготовка к лекции заключается в следующем:
  - > внимательно прочитайте материал предыдущей лекции,
  - > узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора),
  - > ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям,
  - > постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке,
  - > запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

*Подготовка к практическим и семинарским занятиям.*

Подготовка к семинарским, практическим занятиям не сводится только к поиску ответов на поставленные в плане вопросы и выполнение практических заданий. Любая теоретическая проблема должна быть осмыслена с точки зрения ее связи с реальной жизнью и возможностью реализации на практике. По каждому вопросу практического занятия аспирант должен быть готов высказать и свою собственную точку зрения. При подготовке к каждому семинарскому или практическому занятию аспирант должен сформулировать, какие именно умения и навыки он



должен в ходе него приобрести, а после его окончания уяснить, получены ли они. На семинарских и практических занятиях по дисциплине проводятся контрольные мероприятия с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций.

Для эффективной подготовки к практическим и семинарским занятиям:

> внимательно ознакомьтесь с планом семинарского занятия: вначале с основными вопросами, затем - с вопросами для обсуждения, оценив для себя объем задания;

> прочитайте конспект лекции по теме семинарского занятия, отмечая материал, необходимый для изучения поставленных вопросов;

> ознакомьтесь с рекомендуемой основной и дополнительной литературой по теме, новыми публикациями в периодических изданиях; Уделите особое внимание основным понятиям изучаемой темы, владение которыми способствует эффективному освоению дисциплины;

> подготовьте тезисы или мини-конспекты, которые могут быть использованы при публичном выступлении на занятии.

> выполните предусмотренные домашние задания. Рабочая программа дисциплины в части целей, перечню знаний, умений, терминов и учебных вопросов может быть использована в качестве ориентира в организации обучения.

*Подготовка реферата.*

В рамках подготовки к сдаче дифференцированного зачета по дисциплине «экологическая микробиология» аспирант представляет реферат. Реферат является самостоятельной письменной учебно-исследовательской работой, где он должен продемонстрировать достаточно высокий уровень логикометодологической культуры, творческий подход к исследованию конкретной научной проблемы в контексте ее понимания и интерпретации. Реферат должен отвечать высоким квалификационным требованиям в отношении научности содержания и оформления.

Выбор темы реферата осуществляется с учетом выбранной темы диссертационного исследования и исходя из собственных приоритетов обучающегося.

СТРУКТУРА РЕФЕРАТА - титульный лист; - содержание; - введение; - основной текст работы; - заключение; - список используемой литературы; - приложения (при необходимости).

**ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ РЕФЕРАТА**

Титульный лист оформляется в соответствии с «Образец оформления титульного листа» (см. ниже). Содержание включает наименование глав, разделов, параграфов с указанием номера страницы, с которой они начинаются. Во введении (2 стр.) раскрывается актуальность выбранной темы, степень ее исследованности, цель и задачи работы, методы исследования, описывается структура работы.

Актуальность темы отражает ее важность, злободневный характер, соответствие задачам науки и практики, решаемым в настоящее время. Пункт «Актуальность исследования» содержит положения и доводы, свидетельствующие в пользу научной и прикладной значимости решения проблемы. Здесь необходимо продемонстрировать знание путей, вариантов решения проблемы, предложенных авторитетными в данной области исследователями, попытаться обосновать значение данной работы, важность ее выводов. Частью введения является обзор литературы по теме реферата, в который включают наиболее ценные, актуальные работы. Закончить обзор необходимо кратким выводом о степени освещения в литературе основных аспектов темы. С большим вниманием следует отнестись к формулированию цели и задач исследования. Конкретное описание сути решения проблемы представляет формулирование главной цели работы. В соответствии с основной целью следует выделить 3-4 задачи, которые необходимо решить для достижения главной цели исследования. Задачи вытекают из цели исследования и структурируют саму работу. Это либо решение подпроблем, вытекающих из общей проблемы, либо задачи анализа, обобщения, выявления, обоснования, разработки, оценки отдельных аспектов общей проблемы, решение которых ведет к успешному пониманию молекулярной биологии. Формулировка цели исследования может быть начата следующими выражениями: - изучение...; - анализ...; - выявление...; - разработка...; и др.

Формулировка задач исследования может быть начата следующими выражениями: - выявить (показать) значимость...; - раскрыть...; - исследовать и охарактеризовать методы...; - проанализировать...; - рассмотреть...; - исследовать конкретные варианты (решения проблемы)... и др.

Объект исследования представляет область научных изысканий, в пределах которой выявлена и существует исследуемая проблема. Это система закономерностей, связей, отношений, видов деятельности, в рамках которой зарождается проблема. Предмет исследования более узок и конкретен. Благодаря его формулированию в работе из общей системы, представляющей объект исследования, выделяется часть системы или процесс, протекающий в системе, являющийся непосредственным предметом исследования. Именно на предмет исследования ориентируется сама работа, поэтому он непосредственным образом отражается в ее теме. Объект и предмет соотносятся между собой как общее и частное. Описание объекта и предмета исследования носит лаконичный характер.

Текст основной части (в объеме 15-20 стр.) делится на смысловые части, здесь излагается содержание работы. В основной части целесообразно выделить 2-3 вопросов, отражающих разные аспекты темы. В реферате важно привести различные точки зрения на проблему и дать им оценку. К содержанию смысловых частей работы выдвигаются такие основные требования: методологический характер, аргументированность, последовательное и точное отображение внутренней логики содержания работы. Формулировки заглавий смысловых частей работы должны быть проблемными.

Заключение (на 1-2 стр.) в концентрированном виде должно отражать основные результаты работы. Материалы заключения должны обладать самой высокой «плотностью» изложения и характеризовать итоги работы в виде выводов, вытекающих из проведенного исследования. Выводы характеризуют позицию автора по изучаемой проблеме, сформировавшуюся в результате исследования.

Выводы должны обладать краткостью и четкостью, быть конкретными.

Список используемой литературы отражает объем использованных источников и степень изученности исследуемой темы, является визитной карточкой автора работы, его профессиональным лицом, свидетельствует об уровне овладения навыками работы с научной отечественной и зарубежной литературой. Список должен содержать библиографическое описание источников, использованных аспирантом во время работы над темой (включая интернет источники). Список использованной литературы дается в алфавитном порядке, должен быть оформлен в соответствии с общепринятыми требованиями и должен содержать источники по теме реферата, в том числе не менее 10 источников, вышедших в последние 3 года (возможно, статьи по теме в периодических изданиях). Все приложения (если они необходимы) должны иметь порядковую нумерацию и названия, которые отвечают их содержанию. Нумерация листов с приложениями продолжает общую нумерацию страниц основного текста работы.

**ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА** Общий объем текста 20-25 страниц компьютерной печати. Текст печатается через полтора интервала. Стандартным является шрифт Times New Roman, размер 14, одинарный интервал. Размеры полей: верхнее и нижнее – 2 см, левое – 2,5 см, правое – 1,5 см. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту и равен 12,5 мм. Текст выравнивается по ширине страницы. Стилль оформления: Normal. Все страницы кроме титульного листа нумеруются. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом нижнем углу страницы (на титульном листе цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят). Текст реферата должен быть тщательно вычитан, все ошибки и опечатки исправлены. При оформлении реферата необходимо строго соблюдать правила цитирования. Плагиатом считается любой заимствованный фрагмент текста, не заключенный в кавычки и не сопровождаемый упоминанием автора и названия цитируемой работы. Список литературы содержит указание на использованные автором работы, в том числе электронные, включает 20-30 наименований, оформление производится в соответствии с требованиями ГОСТ. Аспиранты, не защитившие реферат, не допускаются к дифференцированному зачету.

Защита реферата проводится при его сдаче преподавателю и подготовке презентации в программе Power Point с освещением основных структурных частей подготовленного материала, докладывается не более 10 минут.

*Подготовка к дифференцированному зачету.*

К зачету необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. В самом начале изучения дисциплины аспирант знакомится с программой по дисциплине, перечнем знаний и умений, которыми аспирант должен владеть, контрольными мероприятиями, учебником, учебными пособиями по изучаемой дисциплине,

электронными ресурсами, перечнем вопросов к зачету. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях, семинарских и практических занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи зачета. От аспирантов требуется посещение занятий, выполнение заданий руководителя дисциплины, знакомство с рекомендованной литературой. При аттестации аспиранта оценивается качество работы на занятиях, уровень подготовки к самостоятельной научно-исследовательской деятельности специалиста, качество выполнения заданий (презентаций, докладов, аналитических записок и др.). В процессе обучения по дисциплине «Экологическая микробиология» преподаватель обращает особое внимание на практическую подготовку аспирантов. В ходе промежуточной аттестации оценивается качество освоения аспирантом профессиональных знаний и компетенций в области молекулярной биологии, приобретение умений и навыков по использованию живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами методом геномной инженерии.

Качество освоения аспирантом профессиональных знаний, приобретенных умений по молекулярной биологии клетки является основой подготовки к сдаче кандидатского минимума по специальности.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации программы подготовки по дисциплине «экологическая микробиология» перечень материально-технического обеспечения, имеющийся в ФГБУН «НИИСХ КРЫМА», включает:

- аудиторный фонд;
- технические средства обучения (мультимедийное оборудование, экран, ноутбук, МФУ);
- оборудование (аудиовизуальные, компьютерные и телекоммуникационные средства).

Язык преподавания - русский.

Преподаватель:

к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики, протеомики и биоинформатики в сельском хозяйстве отдела с/х микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма» Крыжко А.В.

к.с.-х.н., с.н.с., ведущий научный сотрудник лаборатории растительно-микробного взаимодействия отдела с/х микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма» Дидович С.В.