

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины
(модуля)**

Микробиология и вирусология

Разработчик (и):

Кожухова Е.В.

ФИО

Старший преподаватель

должность

Утверждено на заседании кафедры

микробиологии и биохимии

наименование кафедры

протокол № 10 от 26.03.2024 г.

Заведующий кафедрой микробиологии и

биохимии



подпись

Макаревич Е.В.

ФИО

Пояснительная записка

Объём дисциплины 7 з. е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесённые с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ОПК-1 Способен применять знание биологического разнообразия и использовать методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач</p>	<p>ИД-3_{ОПК-1} Применяет знания морфологии, физиологии и культивирования микроорганизмов для решения профессиональных задач (оценки роли их многообразия в устойчивости биосферы и для биологического контроля состояния природной среды)</p> <p>ИД-5_{ОПК-1} Использует методы наблюдения, описания, идентификации, классификации биологических объектов для решения профессиональных задач (проведения полевых и лабораторных работ)</p>	<p>Знать: основы систематики органического мира и основные таксоны живых организмов, принципы систематики микроорганизмов; особенности строения, морфологии и физиологии микроорганизмов; разнообразие экологических ниш – мест обитания микроорганизмов и их распространение; роль отдельных составляющих биоразнообразия в наземных и водных экосистемах и биосфере в целом; основные методы полевого и лабораторного изучения биоразнообразия</p> <p>Уметь: составлять анатомо-морфологическое описание микроорганизмов; проводить наблюдения и практические работы, связанные с изучением микроорганизмов; использовать теоретические знания для практического решения профессиональных задач</p> <p>Владеть: базовыми представлениями о разнообразии органического мира, основными понятиями в области микробиологии; техникой описания, идентификации, классификации и культивирования биологических объектов; методами представления полученных данных</p>
<p>ОПК-8 Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты</p>	<p>ИД-2_{ОПК-8} Использует методы сбора, обработки, систематизации и представления лабораторной информации, с применением современного оборудования, анализирует результаты экспериментального изучения биологических объектов</p>	<p>Знать: основной и расширенный спектр микробиологических методов исследования и средств, применяемых для выполнения полевых и лабораторных биологических работ; методы компьютерной обработки биологических данных; алгоритм анализа полученных в ходе исследований (экспериментов) результатов</p> <p>Уметь: проводить практические работы, связанные с изучением микроорганизмов; сбор, обработку и систематизацию лабораторной информации; эксплуатировать современную</p>

		<p>аппаратуру и оборудование для решения поставленных задач с использованием теоретических знаний для практического решения профессиональных задач</p> <p>Владеть: базовыми представлениями о разнообразии органического мира, основными понятиями в области микробиологии и методами изучения микробиологических объектов с помощью приборов и приспособлений в полевых и лабораторных условиях</p>
--	--	---

2. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Общая микробиология

Тема 1.1 Введение в микробиологию. Понятия «микробиология», «микроорганизм». Предмет и задачи микробиологии. История возникновения и развития микробиологических наук. Выдающиеся микробиологи своего времени. Разделы микробиологии.

Тема 1.2 Положение микроорганизмов в биологической мегасистеме. Важнейшие свойства, признаки и разнообразие микроорганизмов. Эволюция взглядов на положение представителей микромира в системе живого. Клеточные и неклеточные формы жизни. Эволюция домена «Бактерии». Эукариоты, прокариоты, вирусы – сходства и отличия. Краткая характеристика микроскопических эукариот (грибы, простейшие и микроскопические водоросли).

Тема 1.3 Основы систематики, таксономии и классификации микроорганизмов. Понятия «биологическая систематика», «биологическая таксономия», «биологическая классификация», «популяция», «культура», «вид», «штамм», «клон», «внутривидовые варианты». Современная классификация микроорганизмов. Эволюция систематики и классификации бактерий.

Тема 1.4 Морфология и химический состав клеток прокариот. Морфологическое разнообразие клеток прокариот (формы, размеры, ориентация клеток в пространстве, особенности строения, тинкториальные свойства). Химический состав бактериальных клеток.

Тема 1.5 Цитология прокариотного морфотипа. Строение клеток бактерий и архей. Цитоплазма и её включения. Мембранный комплекс. Отличия клеточной оболочки основного и упрощённого морфотипа бактерий. Особенности строения мембранного комплекса архей. Тинкториальные свойства (грамположительные и грамотрицательные бактерии). Фенотипическая изменчивость у прокариот. L-трансформация. Надмембранные структуры (капсулы, чехлы, S-слои).

Тема 1.6 Специализированные структуры прокариот. Типы подвижности у прокариот. Строение и химический состав органов передвижения бактерий – жгутиков. Отличия строения жгутика у представителей основного и упрощённого бактериального морфотипа. Особенности строения жгутиков у архей. Фимбрии и пили бактерий – функции и биологическая роль.

Тема 1.7 Основы цитогенетики и онтогенеза прокариот. Клеточный геном прокариот. Размеры и инфраструктура прокариотического нуклеоида. Особенности процессов репликации, транскрипция и трансляция в бактериальных клетках. Бактериальные плазмиды – классификация, биологическая роль. Клеточный цикл бактерий (самовоспроизведение) – деление, рост, старение и смерть клетки. Особенности клеточного цикла архей. Обмен генетической информацией (трансформация, трансдукция и конъюгация). Изменчивость бактерий. Наследственные и ненаследуемые изменения.

Тема 1.8 Основы физиологии прокариот. Потребность в питательных веществах, особенности метаболизма у бактерий. Культивирование бактерий. Клеточная дифференциация прокариот. Виды и функции специализированных клеток бактерий (споры, цисты, акинеты, бaeоциты, гормогонии, гетероцисты, бактериоиды). Строение эндоспор бактерий. Механизмы спорооб-

разования и споропродростания.

Тема 1.9 Индивидуальное и коллективное поведение прокариот. Индивидуальное поведение бактериальных клеток, классификация таксисов бактерий (хемо- фото-, осмо-, гальвано-, термотаксис). Коллективное поведение, внутривидовая коммуникация.

Тема 1.10 Основы экологии прокариот. Факторы внешней среды и прокариоты. Виды абиотических факторов. Влияние антибактериальных препаратов на микроорганизмы. Классификация стрессов у прокариот (мембранный, термический, водный, осмотический шок, радиационный, окислительный, рН). Формы симбиотических взаимоотношений микроорганизмов (мутуализм, паразитизм, комменсализм и пр.). Роль микроорганизмов в природе и в жизни человека.

Раздел 2 Общая вирусология

Тема 2.1 Введение в вирусологию. Понятия «вирусология», «вирус», «вирион», «субвирусные частицы». Предмет и задачи вирусологии. История возникновения и развития вирусологии. Выдающиеся вирусологии. Важнейшие открытия в мире вирусологии. Основные методы изучения вирусов.

Тема 2.2 Вирусы. Архитектура и биофизические свойства вирионов. Субвирусные инфекционные агенты. Фаги. Строение, морфология (форма и размеры), химический состав вирусного вириона. Биофизические свойства вирусов. Характеристика субвирусных инфекционных агентов – вироидов, прионов и вирусов-сателлитов (вирусоидов). Основные свойства и морфология фагов. Строение бактериофага.

Тема 2.3 Структурная организация вирусного генома. Онтогенез и морфогенез вирусов. Вирусный геном: размеры, информационная ёмкость, вариативность, сегментированность. Способы увеличения информационной ёмкости вирусного генома. Сходства и отличия вирусов от плазмид прокариот. Этапы жизненного цикла вирусов (адсорбция, проникновение, раздевание, репликация, морфогенез). Разнообразие репликативных стратегий вирусного генома. Особенности онтогенеза бактериофагов. Лизогения.

Тема 2.4 Экология вирусов. Вирусная мимикрия. Механизмы ухода вирусов от иммунного контроля. Спектр чувствительных к вирусу хозяев в природе. Механизмы выживания вирусов в объектах окружающей среды. Передача вируса в цепи чувствительных хозяев и природные векторы (переносчики).

Раздел 3 Частная микробиология и вирусология

Тема 3.1 Введение. Принципы современной классификации прокариот. Понятия «частная микробиология», «частная вирусология», «систематика», «классификация», «таксономия», «номенклатура». Генетические, фенотипические и серологические критерии систематики прокариот. Понятия «вид», «штамм», «культура», «клон», «популяция». История и проблемы систематики живых организмов. Общая характеристика фил прокариот. Основы биологической терминологии и правила чтения латинских наименований микроорганизмов.

Тема 3.2 Систематика и биоразнообразие вирусов и субвирусных агентов. Особенности номенклатуры вирусов. Классификация вирусов – эволюция подходов за первые 50 лет. Современные принципы, критерии классификации и номенклатуры вирусов. Особенности классификации вирусов. Особенности классификации субвирусных агентов. Общая характеристика категорий.

Тема 3.3 Филогенетические группы прокариот. Домен *Bacteria* и 26 филогенетических групп. Характеристика основных фил граммотрицательных бактерий (23 филы). Крупнейшая группа граммотрицательных бактерий – Протеобактерии (*Proteobacteria*). Характеристика водородных термофилов, зелёных нитчатых и зелёных серных бактерий, цианобактерий, спирохет и др. представителей граммотрицательных палочек и кокков. Характеристика основных признаков грамположительных бактерий (2 филы). Группы *Actinobacteria* («актиномицетная ветвь») и *Firmicutes* («кlostридиальная ветвь»).

Тема 3.4 Филогенетические группы прокариот. Домен *Archea* и 5 филогенетических групп. Характеристика основных фил археотных прокариот: *Crenarchaeota* (экстремальные термофильные археи), *Euryarchaeota* (облигатно анаэробные метаногенные археи, а также экстремальные термофилы и галофилы), *Nanoarchaeota* (открыта в 2002 г.), *Korarchaeota* («фантомная» фила, археи, обитающие в горячих серных источниках) и *Taumarchaeota* (хемолитотрофы, участвующие в круговороте углерода и азота, окисляющие аммиак).

Тема 3.5 Царство *Vira*. Характеристика подцарства РНК-содержащих вирусов (*Ribovira*). Классы *Ribocubica* (2 порядка: *Apeploribovirales*, семейства пикорнавирусов и реовирусов и *Peploribovirales*, семейства арбовирусов и лейковирусов) и *Ribohelica* (2 порядка: *Apeploribovirales*, включающий семейства вирусов растений и *Peploribovirales*, включающие семейства рабдовирусов, ортомиксовирусов и парамиксовирусов).

Тема 3.6 Царство *Vira*. Характеристика подцарства ДНК-содержащих вирусов (*Deoxyvira*). Классы *Deoxycubica* (2 порядка: *Apeplodeoxyvirales*, семейства пикоднавирусов (парвовирусов) и аденовирусов и *Peplodeoxyvirales*, семейства герпесвирусов и иридовирусов) *Deoxyhelica* (2 порядка: *Apeplodeoxyvirales*, семейство паповирусов и *Peplodeoxyvirales*, семейство поксвирусов) и *Deoxybinala* (семейство ДНК-содержащих бактериофагов).

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Куранова, Н. Г. Микробиология : учебное пособие / Н. Г. Куранова, Г. А. Купатадзе ; Московский педагогический государственный университет. – Москва : Прометей, 2013. – Часть 1. Прокариотическая клетка. – 108 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240544>. – ISBN 978-5-7042-2459-4. – Текст : электронный.
2. Куранова, Н. Г. Микробиология : учебное пособие : [16+] / Н. Г. Куранова. – Москва : Прометей, 2017. – Часть 2. Метаболизм прокариот. – 100 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483200>. – ISBN 978-5-906879-11-0. – Текст : электронный.
3. Куранова, Н. Г. Микробиология : учебное пособие : [16+] / Н. Г. Куранова, Г. А. Купатадзе. – Москва : Прометей, 2020. – Часть 3. Мир прокариот. – 119 с. : схем. – Режим доступа: по подписке. –

- URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612078> (дата обращения: 27.09.2022). – ISBN 978-5-00172-049-2. – Текст : электронный.
4. Кузнецова, Е. А. Микробиология : учебное пособие : в 2 частях / Е. А. Кузнецова, А. А. Князев ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – Часть 1. – 88 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560675>. – Библиогр.: с. 62-82. – ISBN 978-5-7882-2277-6. – ISBN 978-5-7882-2278-3 (ч. 1). – Текст : электронный.
 5. Кузнецова, Е. А. Микробиология : учебное пособие : в 2 частях : [16+] / Е. А. Кузнецова, А. А. Князев ; Казанский национальный исследовательский технологический институт. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. – Часть 2. – 80 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683778> (дата обращения: 27.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2279-0 (Ч. 2). – ISBN 978-5-7882-2277-6 (общ.). – Текст : электронный.
 6. Общая вирусология с основами таксономии вирусов позвоночных : учебное пособие / А. Сизенцов, А. Плотников, Е. Дроздова [и др.] ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2012. – 624 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259296>. – Текст : электронный.

Дополнительная литература:

7. Микробиологический практикум : учебное пособие / К. Л. Шнайдер, М. Н. Астраханцева, З. А. Канарская и др. ; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования Казанский государственный технологический университет. – Казань : Издательство КНИТУ, 2010. – 83 с. : ил., табл., схем. ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259055>.
8. Петухова, Е. В. Молекулярная биология с элементами генетики и микробиологии : учебное пособие : [12+] / Е. В. Петухова, З. А. Канарская, А. Ю. Крыницкая ; Казанский национальный исследовательский технологический институт. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. – 96 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683815>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2690-3. – Текст : электронный.
9. Давыдова, О. К. Генетика бактерий в вопросах и ответах : учебное пособие / О. К. Давыдова ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. – 178 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364817>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7410-1252-9. – Текст : электронный.
10. Богданова, О. Ю. Микробиология водных экосистем : учеб. пособие для студентов / О. Ю. Богданова; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО «Мурман. гос. техн. ун-т». – Электрон. текстовые дан. (1 файл : 6,06 Мб). – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. – 150 с. : ил. – Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. – Загл. с экрана. – Имеется печ. аналог 2016 г. – URL: http://elib.mstu.edu.ru/2016/U_16_1.pdf. – ISBN 978-5-86185-884-7.

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1) Государственная система правовой информации – официальный интернет-портал правовой информации – URL: <http://pravo.gov.ru>
- 2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – URL: <http://window.edu.ru>

3) Справочно-правовая система Консультант Плюс – URL: <http://www.consultant.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*

2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащённые оборудованием и техническими средствами обучения;
 - помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащённые компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;
 - лабораторию, оснащённую лабораторным оборудованием.
- Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоёмкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 – Распределение трудоёмкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоёмкости дисциплины (модуля) по формам обучения		
	Очная		Всего часов
	Семестр		
	4	5	
Лекции	20	20	40
Лабораторные работы	36	24	60
Самостоятельная работа	52	64	116
Подготовка к промежуточной аттестации	-	36	36
Всего часов по дисциплине	108	144	252
/из них в форме практической подготовки	36	24	60
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля			
Экзамен	-	+	
Зачёт/зачёт с оценкой	+/-	-/-	
Курсовая работа (проект)	-	1	
Количество контрольных работ	1	-	

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	ЛР № 1. «Устройство микробиологической лаборатории. Правила безопасной работы с микроорганизмами»
2	ЛР № 2. «Основные виды посуды и инструментария, используемые в микробиологической практике»
3	ЛР № 3. «Основные методы стерилизации и дезинфекции, используемые в микробиологии»
4	ЛР № 4. «Основное оборудование, используемое в микробиологической лаборатории»
5	ЛР № 5. «Основные питательные среды, используемые в работе с микроорганизмами»
6	ЛР № 6. «Основные методы посева и пересева исследуемого материала, пробоподготовка»
7	ЛР № 7. «Обобщение знаний по организации работы в микробиологической лаборатории (практический коллоквиум)»
8	ЛР № 8. «Изучение культуральных свойств микроорганизмов, морфологии колоний»
9	ЛР № 9. «Приготовление фиксированного микропрепарата, простое и сложное окрашивание, изучение морфологии клеток микроорганизмов»
10	ЛР № 10. «Определение концентрации клеток микроорганизмов визуальным методом оптической стандартизации»
11	ЛР № 11. «Микроскопический метод определения численности клеток микроорганизмов»
12	ЛР № 12. «Определение наиболее вероятного числа клеток микроорганизмов»
13	ЛР № 13. «Определение общего микробного числа с использованием плотных питательных сред»
14	ЛР № 14. «Обобщение знаний по основным принципам работы с микроорганизмами (практический коллоквиум)»
15	ЛР № 15 «Методы выделения накопительной культуры микроорганизмов»
16	ЛР № 16 «Выделение чистой культуры бактерий методом Дригальского и методом Голда»
17	ЛР № 17 «Выделение чистой культуры бактерий методом Пастера и методом Коха»
18	ЛР № 18 «Методы выделения чистой культуры бактерий, основанные на биологических свойствах микроорганизмов»
19	ЛР № 19 «Методы выделения чистой культуры анаэробных бактерий»
20	ЛР № 20 «Методы хранения культур микроорганизмов»
21	ЛР № 21 «Оценка жизнеспособности микробной культуры после длительного хранения»
22	ЛР № 22 «Принципы и правила идентификации микроорганизмов с помощью Определителя бактерий Берджи»
23	ЛР № 23 «Методы биохимической идентификации бактерий»
24	ЛР № 24 «Виды биологических отходов и способы их утилизации»
25	ЛР № 25 «Обобщение знаний по основным принципам идентификации микроорганизмов (практический коллоквиум)»

Перечень примерных тем курсовой работы

№ п/п	Темы курсовой работы
Медицинская микробиология и вирусология	
1	Инфекционное бактериальное заболевание (например, сальмонеллез), современные аспекты эпидемиологии, особенности клинического течения и профилактики
2	Инфекционное вирусное заболевание (например, папилломавирусная инфекция), характеристика возбудителя, анализ распространённости заболевания
3	Характеристика особо опасных инфекций, современные принципы систематизации заболеваний
4	Хеликобактериоз. Характеристика возбудителя. Эпидемиология
5	Характеристика кишечных инфекций, вызванных условно-патогенными микроорганизмами семейства <i>Enterobacteriaceae</i> . Динамика распространённости на примере ... в России за последние 10 лет
6	Характеристика острых респираторных вирусных инфекций, вызванных представителями 3-х семейств РНК-содержащих вирусов – парамиксовирусов/ коронавируса/ пикорнавирусов. Динамика распространённости на примере ... в России за последние 5 лет
Санитарная микробиология и вирусология, техническая микробиология	
1	Изменение микробиологических характеристик мяса гидробионтов (объектов рыбного промысла), в зависимости от вида технологической обработки, сроков и условий хранения
2	Роль пробиотических микроорганизмов (штаммы бацилл (вид <i>Bacillus coagulans</i>), лактобактерий (лат. <i>Lactobacillus</i>) и бифидобактерий (лат. <i>Bifidobacterium</i>), штаммы кишечной палочки (лат. <i>Escherichia coli</i>), энтерококков (лат. <i>Enterococcus</i>), пропионибактерий (подвид <i>Propionibacterium freudenreichii spp. shermanii</i>), дрожжевые грибки из рода сахаромикетов – сахаромикеты Буларди (лат. <i>Saccharomyces boulardii</i>)) в технологии выращивания садковой товарной рыбы (или в производстве пищевых продуктов (продукты молочного производства; масло-жировой, хлебопекарной, мясной промышленности; в технологии деликатесных изделий))
3	Бактериологические исследования объектов аквакультуры (морфология, физиология возбудителей бактериальных болезней гидробионтов, методы их выделения и идентификации)
4	Влияние условий и сроков хранения на развитие микробиоты пищевых продуктов (животного происхождения – молока, яиц (перепелиных, куриных), мясопродуктов, рыбопродуктов; растительного происхождения – грибов, сезонных фруктов и овощей)
5	Характеристика микробиологических и физико-химических показателей пищевой продукции, технология приготовления которой основана на использовании пробиотиков (или пребиотиков) – кисломолочные продукты, пресервы, квашенная продукция (или ... использование лактулозы в производстве варённых колбасных изделий, детском питании, спортивном питании)
6	Санитарная вирусология водных объектов/почвы
7	Санитарно-вирусологическая оценка эффективности очистки и обеззараживания сточных вод на очистных сооружениях с биологическим этапом очистки
Экология микроорганизмов (в том числе вирусов)	
1	Исследование гетеротрофного бактериопланктона и его основных морфофизиологических групп
2	Пространственно-временная изменчивость микробных показателей водных экосистем и их связи с гидролого-гидрохимическими показателями

3	Пространственно-временная динамика бактериопланктона и его статистические связи с некоторыми элементами экосистемы
4	Особенности распределения микропланктонного сообщества водоёма
5	Вертикальное распределение и морфологические характеристики бактериопланктона
6	Молекулярная эпидемиология и экология вируса клещевого энцефалита в ... регионе России