

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра ботаники и микробиологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«20» мая 2021 г.

**Рабочая программа**  
**«Водная микробиология и микробиологический контроль»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Биоэкология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «11» мая 2021 года, протокол № 13

Программа одобрена НМК  
факультета биологии и экологии  
протокол № 7 от «17» мая 2021 года

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Водная микробиология и микробиологический контроль» являются: формирование представлений о значении водных микроорганизмов и их микробценозов в обеспечении качества водной среды, необходимого для устойчивого развития общества, о микробиологическом контроле в процессе гидробиологических исследований и в оценке качества природных вод и вод различного хозяйственного назначения.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Водная микробиология и микробиологический контроль» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Для освоения данной дисциплины студенты должны владеть теоретическим материалом по альгологии, экологии, гидробиологии, химии, математическим методам в биологии, микробиологии и вирусологии, а также опытом проведения лабораторных и полевых исследований по изучению видового и экосистемного биоразнообразия.

Полученные в курсе «Водная микробиология и микробиологический контроль» знания необходимы для прохождения практики по профилю профессиональной деятельности, преддипломной практики, в том числе выполнения научно-исследовательской работы, а также для продолжения обучения в магистратуре по направлению «Биология».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-1.</b> Способен применять современные методы сбора, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биоэкологической информации.	<b>ИД-ПК-1.1.</b> Использует современные методы биодиагностики, биоэкологического мониторинга, экологической физиологии, геохимии и геофизики, общей гидробиологии, водной микробиологии и микробиологического контроля для оценки состояния и/или объектов окружающей среды.	<b>Знать:</b> - современные методы водной микробиологии и микробиологического контроля для оценки состояния и/или объектов водной среды. <b>Уметь:</b> - применять современные методы водной микробиологии и микробиологического контроля для оценки состояния и/или объектов водной среды. <b>Владеть навыками:</b> - использования современных методов водной микробиологии и микробиологического контроля для оценки состояния и/или объектов водной среды.

	<p><b>ИД-ПК-1.2.</b> Применяет знания и навыки подготовки научной документации и отчетов, получает, обрабатывает и систематизирует данные полевых, производственных и лабораторных наблюдений и измерений, представляет и защищает результаты решения профильных научно-исследовательских задач.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила оформления отчетов о научно-исследовательской работе.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформлять в виде протоколов первичные данные;</li> <li>- обобщать результаты микробиологических исследований в виде таблиц и графических изображений;</li> <li>- анализировать полученные результаты и формулировать в соответствии с поставленными задачами.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- написания отчетов по результатам выполнения НИР;</li> <li>- представления НИР в виде презентации и защиты результатов решения профильных научно-исследовательских задач.</li> </ul>
--	--	--

<p><b>ПК-3.</b> Способен подготавливать материалы, эксплуатировать современную аппаратуру для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биоэкологических работ.</p>	<p><b>ИД-ПК-3.1.</b> Применяет методы подготовки материалов, использует измерительно-аналитические приборы и оборудование для исследования состояния и/или объектов окружающей среды при решении биоэкологических задач.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы подготовки материалов, использования оборудования в исследованиях по водной микробиологии и санитарно-гигиенического контроля;</li> <li>- принципы организации работы при проведении экологических исследований водной среды по микробиологическим показателям.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы подготовки материалов, использования оборудования в микробиологических исследованиях по экологии водоемов;</li> <li>- проводить микробиологические исследования водной среды в полевых и лабораторных условиях.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использования материалов и оборудования при микробиологическом исследовании водной среды;</li> <li>- применения теоретических знаний по водной микробиологии и микробиологического контроля при выполнении научно-исследовательских работ.</li> </ul>
--	--	--

<p><b>ПК-4.</b> Способен обеспечивать санитарно-гигиенические требования при выполнении научно-исследовательских биоэкологических работ в сфере мониторинга, охраны природной среды, восстановления и охраны биоресурсов.</p>	<p><b>ИД-ПК-4.1.</b> Осуществляет поиск научной информации, составляет аналитические научные обзоры, выбирает технические средства и методы для решения поставленных научно-исследовательских задач.</p>	<p><b>Знать:</b> - способы поиска научной информации, составления аналитических научных обзоров при решении задач в области водной микробиологии и санитарно-гигиенического контроля.</p> <p><b>Уметь:</b> - работать с научной информацией и критически ее анализировать с соблюдением требований авторского права.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> - поиска научной информации, составления аналитических научных обзоров, выбора технических средств и методов для решения поставленных научно-исследовательских задач в области микробиологического мониторинга водной среды.</p>
	<p><b>ИД-ПК-4.2.</b> Применяет знания теории и методологии биоэкологии в научно-исследовательской и практической деятельности в сфере мониторинга, охраны природной среды, восстановления и охраны биоресурсов с учетом санитарно-гигиенических требований.</p>	<p><b>Знать:</b> - теоретические основы биоэкологии, основные принципы организации системы биомониторинга, охраны водной среды, восстановления и охраны водных биоресурсов с учетом санитарно-гигиенических требований.</p> <p><b>Уметь:</b> - грамотно оперировать основными понятиями и терминами в области микробиологического мониторинга, использовать теоретические знания в практической деятельности.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> - микробиологического контроля водной среды, методами проведения биомониторинга, а также методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации.</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Введение. История возникновения и развития водной микробиологии: основные направления и методы, предмет и задачи водной микробиологии	8	4	2	4	1		6	Фронтальный опрос Отчет по лабораторному занятию 1* Тест для самоконтроля по теме 1
								2	Тест для самоконтроля По теме 1 В ЭУК в LMS Moodle
2	Качественный состав микробиоты водоемов и методы его анализа	8	4	2	6	1		8	Фронтальный опрос Отчет по лабораторному занятию 2* Тест для самоконтроля по теме 2
								2	Тест для самоконтроля по теме 2 в ЭУК в LMS Moodle
3	Геохимическая деятельность водных прокариот и методы определения их метаболической активности	8	6	2	6	2		8	Фронтальный опрос Отчет по лабораторному занятию 2*(часть 1) Тест для самоконтроля по теме 3
								2	Тест для самоконтроля по теме 3 в ЭУК в LMS Moodle
4	Роль микроорганизмов в продуктивности водных экосистем и методы ее оценки	8	4	2	6	1		8	Фронтальный опрос Отчет по лабораторному занятию 3* Тест для самоконтроля по теме 4
								2	Тест для самоконтроля по теме 4 в ЭУК в LMS Moodle
5	Роль микроорганизмов в самоочищении водных	8	6	2	6	1		8	Фронтальный опрос Отчет по лабораторным

	экосистем и методы ее определения								занятиям 4-5* Тест для самоконтроля по теме 5
								2	<i>Тест для самоконтроля по теме 5 в ЭУК в LMS Moodle</i>
6	Обеспечение санитарно-гигиенических требований при выполнении научно-исследовательских биоэкологических работ в сфере мониторинга и охраны водной среды, восстановления и охраны водных биоресурсов	8	6	3	6	2		8	Фронтальный опрос, отчет по лабораторному занятию 6, защита группового проекта «Микробиологическая характеристика модельного водоема» Итоговый тест для самопроверки
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							4	<i>Итоговый тест для самопроверки в ЭУК в LMS Moodle</i>
						2	0,3	12,7	Зачет
	<b>Итого за 8 семестр 144 часа</b>		<b>30</b>	<b>13</b>	<b>32</b>	<b>10</b>	<b>0,3</b>	<b>58,7</b>	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							<b>14</b>	

Примечание: \* лабораторные работы пронумерованы в соответствии с МУ: Шеховцова Н.В. Экология водных микроорганизмов: Методические указания (метод. указания) / Н.В. Шеховцова; Яросл. гос. ун-т.– Ярославль: ЯрГУ, 2010.- 83 с.; объем (в часах) самостоятельной работы в рамках установленного данной РПД количества часов, выполняемой студентом с применением ЭО и ДОТ (в ЭУК «Водная микробиология и микробиологический контроль» в LMS Moodle), определяется каждым студентом в зависимости от уровня его подготовки и способов выполнения данного вида работ.

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение. История возникновения и развития водной микробиологии: основные направления и методы, предмет и задачи водной микробиологии	8		2	2				Факультет биологии и экологии
2	Качественный состав микробиоты водоемов и методы его анализа	8		2	6				Факультет биологии и экологии
3	Геохимическая деятельность водных прокариот и методы определения их метаболической активности	8		2	6				Факультет биологии и экологии
4	Роль микроорганизмов в продуктивности водных экосистем и методы ее оценки	8		2	6				Факультет биологии и экологии
5	Роль микроорганизмов в самоочищении водных экосистем и методы ее определения	8		2	6				Факультет биологии и экологии
6	Обеспечение санитарно-гигиенических требований при выполнении научно-исследовательских биоэкологических работ в сфере мониторинга и охраны водной среды, восстановления и	8		3	6				Факультет биологии и экологии

	охраны водных биоресурсов								
	<b>ИТОГО</b>			<b>13</b>	<b>32</b>				

## 5. Общие положения

Содержание разделов дисциплины:

### 1. Введение. История возникновения и развития водной микробиологии: основные направления и методы, предмет и задачи водной микробиологии.

- 1.1. Основные этапы и направления развития водной микробиологии.
- 1.2. Рутинные и современные методы исследования водных микроорганизмов.
- 1.3. Практическое значение водных микроорганизмов в жизни человека.
- 1.4. Предмет и задачи водной микробиологии.

### 2. Качественный состав микробиоты водоемов и методы его анализа.

- 2.1. Аллохтонные и автохтонные микроорганизмы. Таксономическое положение водных бактерий. Способы жизни водных бактерий и экологические стратегии.
- 2.2. Экологические классификации микроорганизмов по отношению к различным факторам среды: источникам углерода и энергии (копиотрофы и олиготрофы, специалисты и универсалы), кислороду, температуре, pH, солености, освещенности и т.п.
- 2.3. Действие физико-химических факторов, стратификация водоема, особенности экологии бактерий нейстона, планктона, бентоса, микробоценозов жидкого дна и обрастаний.

### 3. Геохимическая деятельность водных прокариот и методы определения их метаболической активности.

- 3.1. Роль водных бактерий в биогеохимических циклах основных биогенных элементов и металлов с переменной валентностью.
- 3.2. Цикл углерода в водоеме и участие в нем бактерий: метилотрофных, метан- и углеводородокисляющих, целлюлозоразрушающих, ацетогенных, маслянокислых, метанобразующих. Особенности их экологии и методов выделения.
- 3.3. Цикл азота в водоеме и участие в нем бактерий. Особенности экологии и выделения азотфиксаторов, аммонификаторов, хемолитотрофных и гетеротрофных нитрификаторов, денитрификаторов.
- 3.4. Цикл серы в водоемах и участие в нем бактерий. Особенности экологии и выделения сульфатредукторов, сероредуцирующих бактерий, продуцентов сероводорода, сероокисляющих микроорганизмов, фотосинтезирующих бактерий.
- 3.5. Круговорот фосфора в водоемах и участие в нем бактерий. Особенности экологии и выделения фосфор минерализующих и фосфор мобилизующих бактерий.
- 3.6. Циклы металлов с переменной валентностью. Микроорганизмы, восстанавливающие и окисляющие железо и марганец, особенности их экологии и выделения.

### 4. Роль микроорганизмов в продуктивности водных экосистем и методы ее оценки.

- 4.1. Роль бактерий в трофических цепях водных экосистем. Понятие о микробной петле.
- 4.2. Взаимоотношения водных бактерий с растениями и животными.
- 4.3. Роль микроорганизмов в увеличении рыбопродуктивности водоемов. Микроорганизмы как кормовая база гидробионтов. Пищевая ценность микроорганизмов. Факторы, определяющие возможность потребления бактерий водными животными.

### 5. Роль микроорганизмов в самоочищении водных экосистем и методы ее определения.

5.1. Самоочищение водоемов и роль микроорганизмов в этом процессе. Основные процессы самоочищения. Факторы, определяющие биологическое самоочищение: физико-химические факторы, видовой и количественный состав бактериоценоза. Изменение в природных популяциях в процессе самоочищения.

5.2. Зоны сапробности водоемов, их микробиологическая характеристика.

5.3. Методы выделения микроорганизмов с заданными деструктивными свойствами и использование их в биохимической очистке сточных вод и ремедиации (восстановлении) деградированных от загрязнения водных экосистем.

5.4. Методы определения интегральных показателей бактериальной активности в водоеме. Реальная и потенциальная удельные скорости роста бактериопланктона, время генерации, бактериальная продукция, оборачиваемость бактериальной массы, интенсивность дыхания бактериопланктона, количество используемого бактериями органического вещества, коэффициент эффективности использования ассимилированной энергии, скорость выедания бактерий, методы их определения.

## **6. Обеспечение санитарно-гигиенических требований при выполнении научно-исследовательских биоэкологических работ в сфере мониторинга и охраны водной среды, восстановления и охраны водных биоресурсов.**

6.1. Санитарная микробиология. Краткая история развития. Основные понятия и методы. Требования к санитарно-показательным микроорганизмам.

6.2. Санитарно-микробиологическое исследование воды.

6.3. Нормативно-законодательная база и регламенты, определяющие методы и порядок проведения бактериологических исследований воды.

## **6. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия. Лекции читаются с использованием мультимедийных презентаций. Они предполагают последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Учебный курс базируется на сочетании лекционных и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы студентов.

**Практическое занятие (семинар)** – форма учебно-практических занятий, при которой обучающиеся обсуждают сообщения, доклады и рефераты, выполненные ими по

результатам изучения учебной или научной литературы под руководством преподавателя. Преподаватель в этом случае является координатором обсуждений темы семинара, подготовка к которому является обязательной. Поэтому тема семинара и основные источники обсуждения предъявляются до обсуждения для детального ознакомления, изучения. Цели обсуждений направлены на формирование профессиональных компетенций и закрепление обсуждаемого материала.

**Лабораторное занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний при выполнении заданий практического характера в лабораторных условиях. Лабораторные занятия посвящены освоению рутинных методов работы с микроорганизмами, определению нормированных микробиологических показателей микробиологического мониторинга природной среды. Предусмотрено проведение фронтальных опросов и контрольных работ по темам занятий; использование живых организмов для исследований на лабораторных работах; обсуждение экспериментальных результатов по итогам каждого задания.

**Самостоятельная работа** студентов включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы, подготовку ответов на контрольные вопросы по темам и заданий для самостоятельной работы. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить заданные вопросы с преподавателем.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Водная микробиология и микробиологический контроль» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены презентации лекций;
- задания по лабораторным работам и практическим занятиям;
- задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

## **7. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

## **8. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Шеховцова Н.В. Экология водных микроорганизмов: учебное пособие. - Ярославль: ЯрГУ, 2008. - 132 с.
2. Шеховцова Н.В. Экология водных микроорганизмов. - Ярославль: ЯрГУ, 2011. - 83 с.
3. Экология микроорганизмов: учебник для бакалавров / Под общ. А.И. Нетрусова. - М.: Юрайт, 2017. - 267 с.  
<https://biblio-online.ru/book/C37831F7-AC8A-49A4-B3C7-3B28736BF655/ekologiya-mikroorganizmov>

### **б) дополнительная литература**

1. Горленко В.М., Дубинина Г.А., Кузнецов С.И. Экология водных микроорганизмов. - М.: Наука, 1977. - 289 с.
2. Громов Б.Д., Павленко Г.В. Экология бактерий: учеб. пособие. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1989. - 246 с.
3. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. - М.: Академия, 2003. - 464 с.
4. Дзюбан А.Н. Деструкция органического вещества и цикл метана в донных отложениях внутренних водоемов. - Ярославль: Принтхаус, 2010. - 187 с.
5. Дубинина Г.А., Кузнецов С.И. Методы изучения водных микроорганизмов. - М.: Наука, 1989. - 288 с.
6. Кондакова Г.В. Санитарная микробиология. - Ярославль: ЯрГУ, 2005. - 83 с.
7. Копылов А.И., Косолапов Д.Б. Бактериопланктон водохранилищ Верхней и Средней Волги. - М.: Изд-во СГУ, 2008. - 377 с.
8. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Под ред. А.И. Нетрусова. - М.: Академия, 2005. - 603 с.
9. Современная микробиология: прокариоты / Под. ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. - М.: Мир, 2005. - 496 с.
10. Шлегель Г. Общая микробиология. - М.: Мир, 1987. - 563 с.

## **10. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения семинаров, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Автор:

Зав. кафедрой ботаники и  
микробиологии, к.б.н.



Н.В. Шеховцова

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Водная микробиология и микробиологический контроль»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА**

**Тема 1. «Введение. История возникновения и развития водной микробиологии: основные направления и методы, предмет и задачи водной микробиологии»**

1. Предмет и задачи водной микробиологии.
2. Начальный этап развития водной микробиологии; его предпосылки и итоги.
3. Развитие водной микробиологии в 1925-1940 г.г.
4. Развитие микробиологических исследований водоемов после второй мировой войны.
5. Развитие водной микробиологии в XXI веке.
6. Фундаментальное и прикладное значение водной микробиологии.
7. Морфофизиологическое направление водной микробиологии: предмет, методы и задачи современного этапа.
8. Характеристика продукционно-трофологического направления водной микробиологии.
9. Предмет и задачи биогеохимического направления водной микробиологии.

**Тема 2. «Качественный состав микробиоты водоемов и методы его анализа»**

1. Таксономия водных бактерий.
2. Способы существования микроорганизмов в водной среде.
3. Сущность олиготрофии водных бактерий.
4. Характеристика бактерий нейстона.
5. Характеристика аэробного бактериопланктона.
6. Микробоценоз жидкого дна.
7. Характеристика анаэробного бактериопланктона.
8. Характеристика бактериоценоза иловых отложений.
9. Аллохтонные и автохтонные микроорганизмы водоемов.
10. Основные функциональные группы автохтонных микроорганизмов в водоеме: специалисты и универсалы, "микробиота рассеивания", «микроорганизмы генофонда».

**Тема 3. «Геохимическая деятельность водных прокариот и методы определения их метаболической активности»**

1. Общая схема круговорота углерода в водоеме и участие в нем бактерий.
2. Метилотрофные бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
3. Метанооксиляющие бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
4. Углекислородокисляющие бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
5. Целлюлозоразрушающие бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
6. Ацетогенные бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.

7. Маслянокислые бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
8. Метанобразующие бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
- Круговорот азота в водоемах и участие в нем бактерий.
9. Азотфиксаторы: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
10. Аммонификаторы: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
11. Хемолитотрофные нитрификаторы: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
12. Гетеротрофные нитрификаторы: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
13. Денитрификаторы: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
14. Круговорот серы в водоемах и участие в нем бактерий.
15. Микроорганизмы, осуществляющие диссимиляционную сульфатредукцию в водоемах: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
16. Сульфатредуцирующие бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
17. Сероредуцирующие бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
18. Основные физиологические группы бактерий - продуцентов сероводорода в водоеме.
19. Микроорганизмы, окисляющие серу: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
20. Фотосинтезирующие бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
21. Хемолитотрофные сероокисляющие бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
22. Бесцветные серобактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
23. Круговорот фосфора в водоемах и участие в нем бактерий.
24. Микроорганизмы, осуществляющие круговорот фосфора в водоемах: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
25. Круговорот железа и марганца в водоемах и участие в нем бактерий.
26. Микроорганизмы, восстанавливающие железо и марганец в водоемах: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
27. Микроорганизмы, окисляющие железо и марганец в водоемах: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.

#### **Тема 4. «Роль микроорганизмов в продуктивности водных экосистем и методы ее оценки»**

1. Роль бактерий в продуктивности водоемов.
2. Микробное сообщество детрита и его роль в продуктивности водоемов.
3. Бактерии как пища водных животных.
4. Факторы, определяющие возможность выедания бактерий водными животными.
5. Определение численности водных бактерий методами прямого счета на мембранных фильтрах.
6. Определение численности водных бактерий методами прямого счета на стеклах и в счетных камерах.
7. Биохимические методы определения массы водных бактерий.

8. Методы определения бактериальной продукции в водоемах.
9. Оценка продукции водных бактерий по скорости потребления кислорода.
10. Оценка продукции водных бактерий по скорости гетеротрофной ассимиляции углекислого газа.
11. Определение продукции и скорости выедания бактерий.

### **Тема 5. «Роль микроорганизмов в самоочищении водных экосистем и методы ее определения»**

1. Проблемы самоочищения в водоемах.
2. Основные процессы самоочищения водной среды.
3. Абиотические факторы, влияющие на самоочищение водной среды.
4. Изучение деструкции ксенобиотиков. Универсальные подходы и определение биоокисляющей способности конкретного водоема.
5. Методические основы самоочищения водной среды.  
P/V-коэффициент как интегральный показатель бактериальной активности в водоемах.
6. Удельная скорость роста и время генерации как показатели интегральной активности бактерий в водоемах.
7. Интенсивность дыхания как интегральный показатель бактериальной активности в водоемах.
8. Ассимиляционный коэффициент А и его значение для оценки физиологической активности водных бактерий.
9. Коэффициент энергетического обмена  $K_2$  и его значение для оценки физиологической активности водных бактерий.
10. Аэробная и анаэробная деструкция органического вещества в водоемах.

### **Тема 6. «Обеспечение санитарно-гигиенических требований при выполнении научно-исследовательских биоэкологических работ в сфере мониторинга и охраны водной среды, восстановления и охраны водных биоресурсов»**

1. Санитарная микробиология, предмет и задачи исследования.
2. Краткая история развития санитарной микробиологии.
3. Прямое определение патогенов и определение санитарно-показательных микроорганизмов.
4. Бактерии группы кишечной палочки, их общая характеристика.
5. Бактерии, определяющие санитарную загрязненность водоемов, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
6. Определение общего микробного числа воды, коли-титра и коли-индекса.
7. Определение в воде коли-фагов.
8. Полевые методы санитарно-микробиологического анализа (ГОСТ 24849-81).
9. Вода и водоподготовка. Термины и определения (ГОСТ 30813-2002).
10. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества (ГОСТ Р 51232-98).
11. Гигиенические требования к качеству воды, питьевой централизованного и нецентрализованного, в том числе горячего водоснабжения, упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду, поверхностных пресноводных и морских водоемов в местах водозаборов и рекреации в черте населенных пунктов, подземных источников водоснабжения, технического водоснабжения, бассейнов и аквапарков (кроме бассейнов, используемых в бальнеологических целях), сточной, допустимой к сбросу в поверхностные водные объекты вне черты населенных мест (по методическим указаниям и санитарным правилам и нормам).

**Примерные тестовые задания (LMS Moodle)**  
**по теме 1. «Введение. История возникновения и развития водной микробиологии: основные направления и методы, предмет и задачи водной микробиологии»**

1) ОСОБЕННОСТИ ВОДЫ КАК СРЕДЫ ОБИТАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ:

1. Защита от высоких температур
2. Защита от высыхания
3. Защита от высоких перепадов температур
4. Отсутствие острых стрессовых воздействий
5. Хроническое воздействие экстремальных факторов

2) ФИО ученого, который впервые применил  $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$  для определения скорости фотосинтеза в олиготрофных водоемах., – \_\_\_\_\_.

3) СООТВЕТСТВИЕ между современной задачей водной микробиологии и методом, с помощью которого она решается:

- |  |  |
|--|--|
| А. Определение специфических микробных серотипов                   | 1) Анализ многообразия последовательностей нуклетидов в 16S рРНК |
| Б. Определение численности самофлюоресцирующих популяций           | 2) Иммунологический  |
| В. Регистрация геномов, имеющих очень низкую частоту встречаемости | 3) Полимеразная цепная реакция (ПЦР)                             |
| Г. Филогенетическое многообразие микроорганизмов в водной среде    | 4) Проточная цитометрия  |

4) ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРЯДОК обнаружения в водоемах следующих групп микроорганизмов:

- А) метилотрофы – симбионты моллюсков;
- Б) типично водные сапротрофы;
- В) некультивируемые виды бактерий;
- Г) фильтрующиеся формы ,
- Д) хемолитоавтотрофы.

**по теме 2. «Качественный состав микробиоты водоемов и методы его анализа»**

1) ГРУППЫ ВОДНЫХ БАКТЕРИЙ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ СОБОЙ ОБОСОБЛЕННЫЕ ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ВЕТВИ:

1. Актинопланы
2. Водородные термофилы
3. Зеленые нитчатые
4. Пурпурные серные
5. Протеобактерии

2) ГРУППЫ АЛЛОХТОННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ в иле мезотрофной реки

А. *Bacteroides*  
Б. *Bdellovibrio*

В. *Chlamidia*  
Г. *Geobacter*

Д. *Leptothrix*  
Е. *Sphaerotilus*

ГРУППА МИКРООРГАНИЗМОВ, которую собственно водные бактерии составляют в водоемах – ....

3) СООТВЕТСТВИЕ между принципом классификации прокариот (слева) и группами организмов (справа)

- |   |                |
|---|----------------|
| А. по количеству утилизируемых субстратов       | 1) ауксотрофы  |
|   | 2) копитрофы   |
| Б. по необходимой концентрации углерода в среде | 3) олиготрофы  |
|   | 4) прототрофы  |
| В. по потребностям в наборе питательных веществ | 5) специалисты |
|   | 6) универсалы  |

**по теме 3. «Геохимическая деятельность водных прокариот и методы определения их метаболической активности»**

1) ХЕМОАВТОТРОФЫ, ДАЮЩИЕ ВСПЫШКИ МАССОВОГО РАЗВИТИЯ, В ВОДОЕМАХ:

- А) Денитрификаторы
- Б) Железоокисляющие
- В) Марганецвосстанавливающие
- Г) Нитрификаторы
- Д) Сероокисляющие

3) СТАДИИ КРУГОВОРОТА СЕРЫ, осуществляемые только прокариотами

- А) ассимиляция сульфата
- Б) деструкция органических веществ
- В) восстановление серы
- Г) окисление сульфатов
- Д) окисление сероводорода

4) СООТВЕТСТВИЕ между принципом классификации способов жизни прокариот (слева) и группой организмов (справа)

- |                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| А. по источнику углерода             | 1) автотрофы   |
|                                      | 2) анаэробы    |
| Б. по источнику энергии              | 3) аэробы      |
|                                      | 4) гетеротрофы |
| В. по донору электронов              | 5) литотрофы   |
|                                      | 6) органотрофы |
| Г. по конечному акцептору электронов | 7) фототрофы   |
|                                      | 8) хемотрофы   |

**по теме 4. «Роль микроорганизмов в продуктивности водных экосистем и методы ее оценки»**

1) ПРОДУЦЕНТЫ ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМ

- А) Азотфиксаторы
- Б) Водоросли
- В) Гидрофиты

- Г) Грибы
- Д) Цианобактерии

2) ВАРИАНТЫ ОПЫТА для определения продукции бактериопланктона методом изолированных проб

- А) с зоопланктоном и глюкозой
- Б) без зоопланктона и глюкозы
- В) без зоопланктона, но с глюкозой
- Г) с зоопланктоном без глюкозы

3) НАИБОЛЕЕ ВЕРОЯТНЫЕ ОШИБКИ, если для определения численности сапротрофов вы произвели посев проб воды на РПА из разведения  $10^{-6}$  и получили сплошной рост под агаром.

4) СЫРАЯ И СУХАЯ БИОМАССЫ БАКТЕРИЙ, если общая численность составляет 2,5 млн. кл/мл

**по теме 5. «Роль микроорганизмов в самоочищении водных экосистем и методы ее определения»**

1) НАЗВАНИЕ ступенчатого разложения органического вещества гетеротрофными микроорганизмами.

2) СООТВЕТСТВИЕ между интегральным показателем биологической активности природных вод и формулой

- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| 1) Продукция бактерий       | А) $P/V$           |
|                             | Б) $P + R$         |
| 2) Оборачиваемость биомассы | В) $P/A$           |
|                             | Г) $\mu V_{ж}$     |
| 3) Коэффициент ассимиляции  | Д) $(1 - K_2)/K_2$ |

3) ПОРЯДОК смены групп микроорганизмов в анаэробном целлюлозоразлагающем микробном сообществе:

- А) Ацетогены
- Б) Бродильщики
- В) Метаногены
- Г) Сульфатредукторы
- Д) Целлюлолитики

4) ВРЕМЯ УДВОЕНИЯ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА, если удельная скорость роста равна  $0,014 \text{ ч}^{-1}$

**Тестовые задания итогового теста по курсу**

формируются из заданий тестового контроля по темам и представлены в МУ Шеховцова Н.В. Экология водных микроорганизмов: методические указания. - Ярославль: ЯрГУ, 2011. - 83 с.

## 2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к зачету

1. Характеристика водной микробиологии как частного направления микробиологии и гидробиологии.
2. Основные этапы развития водной микробиологии с краткой характеристикой.
3. Фундаментальные направления водной микробиологии, решаемые ими задачи.
4. Прикладные направления водной микробиологии и задачи, которые они решают.
5. Вода как среда обитания микроорганизмов. Особенности водных бактерий.
6. Характеристика основных микробоценозов в стратифицированном водоеме.
7. Происхождение микроорганизмов в водоемах. Экологические стратегии автохтонных и аллохтонных водных бактерий.
8. Основные функциональные группы автохтонных микроорганизмов в водоеме: специалисты и универсалы, "микробиота рассеивания", «микробиота генофонда».
9. Общая схема круговорота углерода в водоеме и участие в нем бактерий.
10. Цикл метана в водоемах и микроорганизмы, его осуществляющие.
11. Целлюлозоразрушающие бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
12. Углеводородокисляющие бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
13. Ацетогенные бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
14. Маслянокислые бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
15. Бактерии, определяющие санитарную загрязненность водоемов: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
16. Круговорот азота в водоемах и участие в нем бактерий.
17. Азотфиксаторы: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
18. Аммонификаторы: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
19. Нитрификаторы: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
20. Денитрификаторы: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
21. Круговорот серы в водоемах и участие в нем бактерий: основные группы, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
22. Фотосинтезирующие бактерии: общая характеристика, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме. Роль в продуктивности водоемов.
23. Круговорот фосфора в водоемах и участие в нем бактерий: основные группы, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
24. Круговорот железа и марганца в водоемах и участие в нем бактерий: основные группы, методы выделения, роль в круговороте вещества и энергии в водоеме.
25. Определение численности водных бактерий методами прямого счета.
26. Биохимические методы определения массы водных бактерий.
27. Методы определения бактериальной продукции в водоемах.
28. Определение продукции и скорости выедания бактерий методом разведений.
29. P/V-коэффициент как интегральный показатель бактериальной активности в водоемах.
30. Удельная скорость роста и время генерации как показатели интегральной активности бактерий в водоемах.
31. Интенсивность дыхания как интегральный показатель бактериальной активности в водоемах.

32. Методы определения скорости выедания бактерий.
33. Ассимиляционный коэффициент А и его значение для оценки физиологической активности водных бактерий.
34. Коэффициент энергетического обмена  $K_2$  и его значение для оценки физиологической активности водных бактерий.
- 35 Роль бактерий в продуктивности водоемов.
36. Проблемы самоочищения в водоемах. Абиотические факторы, влияющие на самоочищение водной среды.
37. Основные процессы самоочищения водной среды. Изучение деструкции ксенобиотиков. Универсальные подходы и определение биоокисляющей способности конкретного водоема.
38. Санитарно-микробиологические исследования воды. Краткая история развития, основные показатели.
39. Современные требования к санитарно-гигиеническому качеству вод разного происхождения.
40. Полевые методы санитарно-микробиологического анализа воды. Правила асептики в полевых и лабораторных условиях.

#### **Правила выставления оценки по результатам опроса:**

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа рассказа (лекции) преподавателя, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме рассказа (лекции) преподавателя с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

#### **Правила выставления оценки по результатам тестового контроля:**

Результаты теста оцениваются по арифметической шкале:

81-100% - отлично,

61-80% - хорошо,

41-60 - удовлетворительно.

#### **Правила выставления оценки за самостоятельную работу:**

- *Отлично* выставляется, если обучающийся имеет глубокие знания учебного материала по теме, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы, демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме.

- *Хорошо* выставляется, если обучающийся показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Обучающийся демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме, допуская незначительные неточности.

- *Удовлетворительно* выставляется, если обучающийся в целом освоил материал, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы, обучающийся затрудняется с правильным ответом, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя.

- *Неудовлетворительно* выставляется обучающемуся, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала.

### **Правила выставления оценки на зачете:**

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;
- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;
- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;
- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;
- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;
- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

## **Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Водная микробиология и микробиологический контроль»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Водная микробиология и микробиологический контроль» являются лекции. По всем темам предусмотрены практические и лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, лабораторных занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается список вопросов к контрольным работам. В конце восьмого семестра по результатам изучения дисциплины студенты сдают зачет, который можно заработать по итогам текущей успеваемости, выполнив все обязательные формы работы. Зачет принимается по билетам, каждый из которых включает в себя три вопроса: 2 теоретических и 1 практического характера. На самостоятельную подготовку к зачету выделяется 3 дня, во время подготовки к зачету предусмотрена консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Водная микробиология и микробиологический контроль» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и небольшим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Рекомендации по изучению дисциплины «Водная микробиология и микробиологический контроль» опубликованы в методических указаниях:

Шеховцова Н.В. Экология водных микроорганизмов. - Ярославль: ЯрГУ, 2011. - 83 с.

Для своевременного выполнения всех заданий следует внимательно следить за информацией в ЭУК «Водная микробиология и микробиологический контроль» LMS Moodle ЯрГУ.