

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины  
(факультет / институт / филиал)

---

УТВЕРЖДЕНО  
Президиумом ученого совета ННГУ  
протокол от  
«14» декабря 2021 г. № 4

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)**

### ***Микробиология***

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**

Направление подготовки / специальность

**06.03.01 «Биология»**

Профиль подготовки

**Биология (общий профиль)**

Квалификация (степень)

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Нижегород  
2022

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина Б1.О.36 «Микробиология» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули) ООП направления подготовки 06.03.01 «Биология». Подлежит освоению студентами очной формы обучения, преподается в 5 и 6 семестрах.

Дисциплина «Микробиология» базируется на основе курсов «Основы альгологии и микологии», «Зоология беспозвоночных», «Цитология», «Биохимия».

**Целью** освоения дисциплины «Микробиология» является формирование фундаментальных представлений об уникальности, убикивитарности, биоразнообразии прокариотов.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
<b>ОПК-1.</b> Способен применять знание биологического разнообразия и использовать методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач.	<b>ОПК-1.1 Знает:</b> теоретические основы микробиологии и вирусологии, ботаники, зоологии и использует их для изучения жизни и свойств живых объектов, их идентификации и культивирования;	<i>Знает базовые представления о строении, функционировании, особенностях микроорганизмов: важнейшая роль микроорганизмов в формировании биосферы, эволюции живых организмов; об убикивитарности микробов, связанной с многообразием особенностей их морфологии, физиологии, метаболизма, способов передачи генетической информации.</i>	Собеседование (устный опрос); тесты; реферат; коллоквиум  контрольные работы, доклад; лабораторные, простые практические задания,  доклад; лабораторные, комплексные практические задания, ситуационные задачи
	<b>ОПК-1.2 Умеет:</b> - применять методы наблюдения, классификации, воспроизводства биологических объектов в природных и лабораторных условиях; - использовать полученные знания для анализа взаимодействий организмов различных видов друг с другом и со средой обитания;	<i>Умеет обосновывать базовые механизмы устойчивости, адаптационной пластичности, горизонтальной эволюции прокариот.</i>	
	<b>ОПК-1.3 Владеет:</b> - опытом участия в работах по мониторингу и охране биоресурсов, использования биологических объектов для анализа качества среды их	<i>Владеет: знаниями в области фундаментальных основ, современных достижений и проблем микробиологии.</i>	

	обитания; <b>ОПК-1.4</b> понимает роль биологического разнообразия как ведущего фактора устойчивости живых систем и биосферы в целом.		
<b>ОПК-8.</b> Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.	<b>ОПК-8.1 Знает:</b> - основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики;	<i>Знает: базовые представления об основных методических подходах в современной микробиологии на основе фундаментальных и конкретных положений микробиологии.</i>	Собеседование (устный опрос); тесты; реферат; коллоквиум  контрольные работы, доклад; лабораторные, простые практические задания,  лабораторные, комплексные практические задания, ситуационные задачи
	<b>ОПК-8.2 Умеет:</b> - анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы;	<i>Умеет: применять базовые современные экспериментальные методы работы с микроорганизмами в лабораторных условиях.</i>	
	<b>ОПК-8.3 Владеет:</b> - навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию.	<i>Владеет: методами микроскопической техники, базовыми методами культивирования микроорганизмов, их идентификации на основе использования разных методов оценки многообразия и гетерогенности бактериальных популяций.</i>	

### 3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, всего 216 часов, из которых 119 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (58 часов занятия лекционного типа, 58 часов лабораторные занятия, 3 часа мероприятия КСРИФ), 61 час – самостоятельная работа обучающегося и 36 часов подготовки к экзамену.

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>6 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>216</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>58</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>58</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>61</b>
<b>КСРИФ</b>	<b>3</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет и экзамен</b>	<b>36</b>

#### Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Положение микроорганизмов в природе	4	2	2	4	6
Тема 2. Микроорганизмы и окружающая среда	13	6	8	12	8
Тема 3. Обзор системы прокариот	11	4	6	10	8
Тема 4. Структура бактериальной клетки	35	20	12	34	13
Тема 5. Генетика микроорганизмов	8	4	4	8	8
в т.ч. КСРИФ	1				
<b>Промежуточная аттестация – зачет (5 семестр)</b>					
Тема 6. Размножение прокариот		4	2	8	2
Тема 7. Культивирование и рост микроорганизмов		6	8	16	4
Тема 8. Действие физических и химических факторов на микроорганизмы		6	8	14	4
Тема 9. Обмен веществ микроорганизмов и пр.		10	8	18	8
в т.ч. КСРИФ	2				
<b>Промежуточная аттестация – экзамен – 36 часов (6 семестр)</b>					
<b>ИТОГО:</b>	<b>216</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>116</b>	<b>61</b>

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках лабораторных занятий и индивидуальных консультаций. Промежуточный контроль осуществляется при проведении зачета и экзамена.

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и лабораторных занятий.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии: информационные лекции и практические занятия (освоение конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму);
2. Технологии проблемного обучения: проблемные лекции с изложением дискуссионных тем, требующих различной интерпретации изучаемого материала.
3. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекции-визуализации с презентацией изучаемого материала.

Проведение лекций направлено на теоретическую подготовку студентов и базируется на использовании иллюстративного материала в форме слайдов, компьютерные презентации, разбор с применением наглядных пособий. Кроме этого, предусмотрен лабораторный практикум. В обязательном порядке предусматривается самостоятельная работа студентов с возможностью доступа к Интернет-ресурсам для подготовки к устному опросу, лабораторным занятиям, контрольной работе, коллоквиуму, для написания реферативных работ.

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к устному опросу на лабораторных занятиях;
- подготовка к тестам;
- подготовка к коллоквиуму;
- подготовка реферата и доклада;
- подготовка к экзамену.

*Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Микробиология»*

*Подготовка к устному опросу, тестированию, контрольным работам, коллоквиуму.*

Все перечисленные виды самостоятельной работы представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин.

При подготовке к ним студенту необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал;
- 5) повторить материалы предшествующих дисциплин.

Типовые вопросы к собеседованию (устному опросу), контрольным работам, коллоквиуму, тестам, темы рефератов представлены в п.5.2 данной программы.

*Подготовка к зачету и экзамену*

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме экзамена. Подготовка к экзамену является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Микробиология».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом сущности того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки докладов по отдельным темам;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

Вопросы для подготовки к зачету и экзамену представлены в п.5.2 данной программы.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

**5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**ОПК-1.** Способен применять знание биологического разнообразия и использовать методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
	не зачтено			зачтено			
<b>Знание:</b> базовые представления о строении, функционировании, особенностях микроорганизмов: важная роль микроорганизмов в формировании биосферы, эволюции живых организмов; об ubiquitous и микробов, связанной с многообразием особенностей их морфологии, физиологии, метаболизма, способов передачи генетической информации.	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями и	Знание основного материала с незначительными погрешностями и	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительно материала без ошибок
<b>Умение:</b> обосновывать базовые механизмы устойчивости, адаптационной пластичности, горизонтальной эволюции прокариот.	Отсутствует минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания,	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без

	е отказа обучающегося от ответа	ошибки	но не в полном объеме	все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	объеме, но некоторые с недочетами	недочетами, выполнены все задания в полном объеме	недочетов
<b>Владения:</b> знаниями в области фундаментальных основ, современных достижений и проблем микробиологии.	Отсутствии минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

**ОПК-8.** Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
	не зачтено			зачтено			
<b>Знание:</b> базовые представления об основных методических подходах в современной микробиологии и на основе фундаментальных и конкретных положений микробиологии.	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями и	Знание основного материала с незначительными погрешностями и	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного материала без ошибок
<b>Умение:</b> применять базовые современные экспериментальные методы работы с микроорганизмами в лабораторных условиях.	Отсутствии минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

<b>Владение:</b> методами микроскопической техники, базовыми методами культивирования микроорганизмов, их идентификации на основе использования разных методов оценки многообразия и гетерогенности бактериальных популяций.	Отсутствия владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
---	--	--	--	--	---	---	--

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета и экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме. Устная часть заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

#### Шкала оценивания ответа на зачете

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Достаточный уровень подготовки. Студент показывает хорошее владение теоретическим материалом. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя.
Не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы преподавателя.

Экзамен проводится в устной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующим собеседованием в рамках тематики курса. Умения и владения формируемых в рамках данной дисциплины компетенций оцениваются на лабораторных занятиях и экзамене.

#### Критерии оценок ответа на экзамене

Превосходно	Безупречное знание понятий, концепций, умение сопоставлять и анализировать материал. Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета.
Отлично	Знание материала с незначительными недочетами, неточностями, пр. Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета.
Очень хорошо	Недочеты при сравнительном анализе, незначительные ошибки. Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы

	билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п.
Хорошо	Знание материала в неполном объеме. В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Имеются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора.
Удовлетворительно	Знание материала в объеме 51%, грубые ошибки (не более 3). Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос, но при ответах на наводящие вопросы, смог правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ.
Неудовлетворительно	Знание только самых основ, неумение сопоставлять и анализировать Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора.
Плохо	Абсолютное незнание материала. Студент отказался отвечать на экзаменационный билет.

### ***Критерия оценивания устного ответа на занятии, коллоквиуме***

Предел длительности контроля	10-30 минут
Предлагаемое количество вопросов	2-3
Критерии оценки:	
«отлично»	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
«хорошо»	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
«удовлетворительно»	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
«неудовлетворительно»	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

### ***Критерии оценивания практического задания***

Предел длительности контроля	20-30 минут
Предлагаемое количество заданий	2
Критерии оценки:	
«отлично»	Решение приведено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполнен анализ ошибок.
«хорошо»	Решение приведено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе допущены 2-3 недочета
«удовлетворительно»	Решение приведено не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки
«неудовлетворительно»	Решение приведено не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

### ***Шкала оценивания сдачи и защиты реферата (доклада):***

<b>Оценка</b>	<b>Критерии (требования)</b>
«Отлично»	Своевременно проработана концепция реферата (доклада), работа сдана в срок, выполнены все требования к оформлению. Работа успешно прошла публичную защиту.
«Хорошо»	Своевременно проработана концепция реферата (доклада), работа сдана в срок, требования к оформлению выполнены на 80%. Работа прошла публичную защиту с

	небольшими замечаниями.
«Удовлетворительно»	Не проработана концепция реферата (доклада), работа соответствует требованиям менее, чем на 80%. Работа не прошла или прошла с серьезными замечаниями публичную защиту. Работа сдана с существенным нарушением сроков.
«Неудовлетворительно»	Не проработана концепция реферата (доклада), работа не соответствует требованиям. Работа не прошла публичную защиту или работа не сдана в указанные сроки.

*Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций (если дисциплина (модуль) завершает освоение какой-то компетенции, то критерии и процедуры оценивания формируются под итоговый контроль освоения данной компетенции).*

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- собеседование (устный опрос);
- реферат;
- тестирование;
- коллоквиум.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- контрольные работы,
- лабораторные, практические задания (далее – ПЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить;
- доклад.

Простые ПЗ предполагают решение в одно или два действия. К ним можно отнести: простые ситуационные задачи с коротким ответом или простым действием; несложные задания по выполнению конкретных действий. Простые задания применяются для оценки *умений*. Комплексные задания требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуациях. Это задания в открытой форме, требующие поэтапного решения и развернутого ответа, в т.ч. задания на индивидуальное или коллективное выполнение проектов, на выполнение практических действий или лабораторных работ. Комплексные практические задания применяются для оценки *владений*.

## **5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.**

Для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-1 и ОПК-8 используются:

Собеседование (устный опрос) и коллоквиум по вопросам, выносимым на лабораторные занятия, зачет и экзамен.

### **Перечень вопросов к зачету экзамену:**

1. Биосфера и бактерии. Бактерии в XXI веке – взаимосвязь социальных и природных условий в эволюции микробов.
2. Вездесущность бактерий, разнообразие физиологических свойств.
3. Среды обитания бактерий и адаптивные возможности.
4. Структурные отличия эукариот и прокариот.
5. Функциональные и химические различия прокариот и эукариот.
6. Особенности генетической организации прокариот.
7. Классификация бактерий на отделы по Гиббансу и Мюррею. Общая характеристика отделов.
8. Основные формы бактерий. Латинские названия представителей.

9. Нуклеоид, особенности строения. Бактериальная хромосома, репликация ДНК. Размножение прокариот.
10. Генетический полиморфизм прокариот. F-плазмиды, генетические рекомбинации прокариот.
11. Плазмиды бактерий.
12. Мутации. Прямые и обратные мутации. Хромосомные мутации: делеции, инверсии, дупликации. Is-элементы и транспозоны. Ауксотрофные мутанты.
13. Трансформация. Фазы процесса трансформации бактерий.
14. Трансдукция. Понятие трансдукции, неспецифическая, специфическая, abortивная трансдукция.
15. Конъюгация. Понятие конъюгации. Схема переноса бактериальной хромосомы из клетки донора в клетку реципиента.
16. Химический состав клеток микроорганизмов. Основные химические элементы, входящие в состав клеток микроорганизмов.
17. Липиды бактерий – насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды. Роль липидов и миколовых кислот в создании гидрофобности клеточной поверхности и устойчивости к действию токсических веществ. Примеры кислотоустойчивых бактерий – латинские названия.
18. Углеводы бактериальных клеток – тейхоевые кислоты, декстраны, пептидогикан.
19. Строение бактерий. Клеточная стенка, ЦПМ, нуклеоид.
20. Строение бактерий. Клеточная стенка – определение. Пептидогликан. Особенности химической структуры клеточной стенки гр+ бактерий.
21. Строение бактерий. Особенности химической структуры гр- бактерий.
22. Ригидность клеточных стенок бактерий – протопласты, сферопласты, L –формы, особенности их образования. Их свойства и особенности. L-формы, особенности их образования, латинские названия бактерий, образующих L-формы.
23. Цитоплазматическая мембрана, строение и функции. Структура и функции мембранных белков и липидов.
24. Функции цитоплазматической мембраны. Мембранные образования бактерий.
25. Цитоплазма и органеллы прокариот: рибосомы, мезосомы, хроматофоры, аэросомы (газовые вакуоли) и другие. Структура и функции.
26. Внутриклеточные структуры бактерий – рибосомы, карбоксисомы, - строение, функции. Отличия от эубактерий рибосом прокариот.
27. Внутриклеточные включения прокариот, окруженные белковой мембраной, их функции.
28. Липиды бактерий – насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды. Роль липидов и миколовых кислот в создании гидрофобности клеточной поверхности и устойчивости к действию токсических веществ. Примеры кислотоустойчивых бактерий – латинские названия.
29. Включения прокариотической клетки – запасные питательные вещества.
30. Запасные питательные вещества. Гликоген, полиоксимасляная кислота и гранулеза, их функции.
31. Запасные питательные вещества – полифосфаты, крахмалоподобные включения, их функции, специфичность для определенных видов и родов бактерий.
32. Пигменты бактерий – каротиноиды, меланины, хиноны, пироллы, бактериофлорофиллы. Роль пигментов в адаптации бактерий к различным средам обитания. Латинские названия пигментообразующих бактерий.
33. Пигменты фотосинтезирующих прокариот.
34. Внешние структуры бактериальных клеток. Капсулы. Строение и функции. Примеры латинских названий капсульных бактерий.
35. Бактериальные капсулы, слизистые слои, чехлы. Строение, функции. Примеры латинских названий бактерий, образующих капсулы.
36. Придатки бактериальной клетки. Фимбрии, шипы, пили.

37. Придатки бактериальной клетки – ворсинки, F-пили, шипы. Строение, функции и значение для жизни клеток.
38. Жгутики бактерий. Число и расположение жгутиков, состав и строение. Движение жгутиковых и скользящих форм бактерий.
39. Типы движений бактерий.
40. Реакции таксиса у микроорганизмов (аэротаксис, хемотаксис, фототаксис).
41. Покоящиеся формы микроорганизмов. Эндоспоры и цисты бактерий, состав и свойства.
42. Типы дифференцировки бактериальных клеток. Эндоспоры, стадии спорообразования.
43. Диссоциация бактерий. S и R формы бактерий.

#### **Перечень вопросов к экзамену:**

1. Способы размножения прокариотных микроорганизмов. Бинарное деление и почкование бактерий.
2. Рост и размножение микроорганизмов. Кривая роста популяции микроорганизмов, особенности отдельных фаз.
3. Определение скорости роста и времени генерации. Математическая модель роста популяции. Математическое выражение роста культур микроорганизмов при гомогенно-непрерывном культивировании. Понятие абсолютной и удельной скорости.
6. Периодические культуры на несменяемых средах и гомогенно-непрерывное культивирование (хемотат и турбидостат). Значение метода непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и в промышленности. Синхронизированные культуры, способы получения, их значение.
7. Рост микроорганизмов. Рост отдельных клеток микроорганизмов и рост популяции. Сбалансированный и несбалансированный рост. Понятие диауксии.
8. Основные типы сред, используемых для культивирования микроорганизмов (по составу и физическому состоянию).
9. Выделение и культивирование. Накопительные культуры и принцип селективности. Чистые культуры микроорганизмов. Методы получения и значение.
10. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Кардинальные точки. Физиологические особенности психрофилов, мезофилов и термофилов. Использование высоких температур для стерилизации. Действие низких температур.
11. Влияние гидростатического давления.
12. Осмотическое давление. Особенности осмофилов и галофилов.
13. Радиация и ее действие на микроорганизмы (физиологическое, мутагенное, стерилизующее). Устойчивость микроорганизмов к ультрафиолетовым лучам и ионизирующим излучениям.
14. Применение в микробиологии ультразвука. Механическое воздействие на клетки.
15. Рост микроорганизмов в зависимости от влажности. Устойчивость к высушиванию. Лиофилизация.
16. Отношение бактерий к кислороду – аэробы, анаэробы, микроаэрофилы. Отношение микроорганизмов к кислороду: аэробы и анаэробы (облигатные и факультативные). Возможные причины ингибирующего действия кислорода на строгих анаэробов. Рост различных анаэробов в зависимости от содержания кислорода. Понятие окислительно-восстановительного потенциала.
17. Значение pH среды. Распределение групп микроорганизмов в соответствии с кислотностью среды их обитания. Щелочеустойчивые, кислотоустойчивые и ацидофильные микроорганизмы.
18. Отношение бактерий к кислороду. Механизмы адаптации бактерий к окислительному стрессу.
19. Химические соединения. Эффект воздействия химических веществ на микроорганизмы - стимулирующий, бактериостатический, бактерицидный.

20. Действие химических соединений на бактерии – тяжелые металлы, органические растворители, спирты. Бактерицидное, бактериостатическое действие. Природа и происхождение (абиотическое, биотическое) антимикробных веществ. Специфичность и механизм действия. Бактериостатический и бактерицидный эффект. Области применения различных антимикробных соединений. Важнейшие химиотерапевтические препараты.

21. Природные сообщества бактерий – симбиоз и антагонизм. Примеры антагонистических взаимоотношений

22. Природные сообщества бактерий. Типы взаимоотношений – комменсализм, синтрофия, метабиоз. Примеры.

23. Взаимоотношения между микроорганизмами и организмом различных представителей животного мира.

24. Поступление питательных веществ в клетки. Проникновение в клетку экзогенных веществ, диффузия и активный транспорт.

25. Источники питания. Способы питания микроорганизмов, разнообразие пищевых потребностей. Роль воды в питании микроорганизмов.

26. Нормальная микрофлора человека. Микроорганизмы поверхности тела и полостная микрофлора.

27. Почкующиеся, простековые и стебельковые бактерии. Латынь, примеры.

Устный опрос и коллоквиум используются для контроля знаний студентов в качестве проверки результатов освоения основных категорий, принципов и закономерностей по дисциплине «Микробиология». Опрос проводится на лабораторных занятиях.

#### **Типовые вопросы для собеседования (устный опрос) ОПК-1**

1. Строение бактерий. Клеточная стенка – определение. Особенности химической структуры клеточной стенки гр+ бактерий.
2. Придатки бактериальной клетки. Ворсинки, простые пили и F-пили.
3. Запасные питательные вещества – полифосфаты, крахмалоподобные включения, их функции, специфичность для определенных видов и родов бактерий
4. Углеводы бактериальных клеток – тейхоевые кислоты, декстраны, пептидогикан.
5. Типы движений бактерий.
6. Отношение бактерий к кислороду – аэробы, анаэробы, микроаэрофилы. Понятие окислительно-восстановительного потенциала.

#### **Типовые вопросы для собеседования (устный опрос) ОПК-8**

1. Методы стерилизации применяемые в производстве бактериальных препаратов
2. Способы консервации продуктов разной химической природы: углеводы, белки, липиды
3. Методы исследования природных субстратов
4. Жгутики и движение бактерий. Латинские названия бактерий разных типов жгутикования. Методы их выявления.
5. Действие химических соединений на бактерии – тяжелые металлы, органические растворители, спирты. Бактерицидное, бактериостатическое действие.
6. Поступление питательных веществ в клетки. Проникновение в клетку экзогенных веществ, диффузия и активный транспорт.

#### **Типовые вопросы для коллоквиумов ОПК-1**

1. Химический состав клеток микроорганизмов.
2. Питание микроорганизмов. Способы и типы питания.
3. Влияние физических и химических факторов на микроорганизмы. Условия, определяющие рост микроорганизмов; факторы, губительно действующие на микробы, их механизмы действия.
4. Состав, структура и функции оболочки бактерий. Методы выявления капсулы и клеточной стенки.
5. Покоящиеся формы микроорганизмов. Индикация бактериальных спор.

### Типовые вопросы для коллоквиумов ОПК-8

1. Чистые культуры микроорганизмов, методы выделения чистых культур.
2. Накопительные культуры и принцип элективности.
3. Рост и размножение микроорганизмов.
4. Характеристика и классификация бактериальных ферментов. Методы биохимической индикации бактерий.
5. Микрофлора почвы. Факторы, влияющие на количественный и качественный состав видов почвенных микробов. Почва как фактор передачи инфекционных болезней. Методы санитарно-бактериологического исследования и санитарно-показательные микроорганизмы почвы. Основные санитарно-бактериологические показатели почвы.

### Тестирование

Время, выделяемое на выполнение данного задания, варьируется из расчета: 1 мин. на вопрос теста. Тестирование исключает возможность использования учебных материалов.

#### *Параметры оценочного средства*

Критерии оценки:	
«отлично»	(90-100)% правильных ответов
«хорошо»	(70-89)% правильных ответов
«удовлетворительно»	(50-69)% правильных ответов
«неудовлетворительно»	менее 50 % правильных ответов

### Примеры тестовых заданий для проверки знаний компетенции ОПК-1

1. Бактерии относятся к царству:

- 1) Eucaryotae.
- 2) Vira.
- 3) Enterobacteriaceae.
- 4) Procariotae.
- 5) Nocardia.

2. Клон это:

- 1) Совокупность особей одного вида
- 2) Культура, выделенная из определенного источника
- 3) Совокупность особей, имеющих один генотип
- 4) Культура микроорганизмов, полученная из одной особи
- 5) Микробные особи одного вида, выращенные на питательной среде.

3. Расположение кокков зависит от:

- 1) Размеров кокков
- 2) Количества и расположения жгутиков
- 3) Деления в разных плоскостях
- 4) Различия в капсулообразовании
- 5) Наличия спор

4. Капсула бактерий:

- 1) Защищает от фагоцитов
- 2) Состоит из липидов
- 3) Характеризуется кислотоустойчивостью
- 4) Это белковый внешний слой цитоплазмы
- 5) Участвует в делении

5. Бактерии, не имеющие клеточную стенку:

- 1) хламидии
- 2) микоплазмы
- 3) риккетсии
- 4) спирохеты

5) актиномицеты

### **Примеры тестовых заданий для проверки знаний компетенции ОПК-8**

1. 1. Цель фиксации мазков:

- 1) Прикрепление мазка к стеклу
- 2) Безопасность
- 3) Увеличение концентрации микроорганизмов
- 4) Повышение оптической плотности
- 5) Выявление включений

2. Способность грамположительных бактерий окрашиваться в сине-фиолетовый цвет зависит от:

- 1) Наличия углеводов
- 2) Свойств пептидогликана взаимодействовать с краской
- 3) Наличия ЦПМ
- 4) Наличия тейхоевых кислот
- 5) Толщины стенки

3. От других групп микроорганизмов актиномицеты отличаются тем, что:

- 1) Имеют вид длинных ветвящихся нитей
- 2) Грамотрицательные
- 3) Кислотоустойчивые
- 4) Имеют зерна волютина
- 5) В составе пептидогликана обнаружены арабиноза, галактоза

4. Окрашивание по Циль-Нильсену применяют для выявления:

- 1) Спор
- 2) Капсул
- 3) Зерен волютина
- 4) Кислотоустойчивых бактерий
- 5) Цитоплазматической мембраны

5. Чем отличается метод темнопольной микроскопии от других методов:

- 1) Дает увеличение в 250 тысяч раз
- 2) Используется для изучения структуры вирусов и бактерий
- +3) Объект освещен косыми боковыми лучами не попадающими в объектив
- 4) Разрешающая способность микроскопа 0,2 мкм
- 5) Разрешающая способность зависит от общего увеличения микроскопа

**Для оценки сформированности умений и владений компетенции ОПК-1 и ОПК-8 используются:**

#### **Контрольная работа**

Для текущего контроля уровня умений и владений, полученных и закрепленных в процессе изучения отдельной темы, могут использоваться контрольные работы. Время, выделяемое на выполнение данного задания, составляет 20-30 минут, проводится на лабораторных занятиях.

**Контрольная работа – типовые вопросы для оценки компетенции ОПК-1-1:**

#### **Вариант 1 ОПК-1 У**

1. Отличия в структуре гр+ и гр- бактерий?
2. Антибиотики. Продуценты и классификация.
3. Молочно-кислое брожение: основные продукты и возбудители процесса.
4. Место нитрифицирующих бактерий в биогеохимическом цикле азота.

#### **Вариант 2 ОПК-1 В**

1. Основные отличия прокариотных клеток (не менее 15).
2. Механизмы и режимы основных методов стерилизации высокой температурой.

3. Группы бактериальных антигенов используемых в серодиагностике.
4. Морфологические и культуральные свойства бактерий. Их место в системе идентификации.

### Контрольная работа – типовые вопросы для оценки компетенции ПК-1

#### Вариант 1 ОПК-8 В

1. Охарактеризуйте группы микроорганизмов по отношению к концентрации растворенных веществ
2. Охарактеризуйте группы микроорганизмов по отношению к температуре
3. Назовите основные температурные показатели (минимальные, оптимальные и максимальные) для физиологических групп микроорганизмов

#### Вариант 2 ОПК-8 У

1. Назовите известные Вам микробиологические азотные удобрения. Какие микроорганизмы можно использовать для таких препаратов?
2. Какие процессы называют «брожением»? Приведите пример такого процесса с указанием основных продуктов метаболизма и виды бактерий, осуществляющих процесс.
3. Основные группы продуктов микробиологического синтеза, используемые в практике человека. Их основные свойства.

### Лабораторный практикум

Разделы дисциплины	Наименование лабораторных работ
Правила и методы работы с микроорганизмами.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правила техники безопасности. Основные правила работы в микробиологической лаборатории. Стерилизация. Методы стерилизации. Подготовка оборудования к стерилизации: пипетки, пробирки, колбы, чашки Петри, ватно-марлевые пробки.</li> <li>2. Питательные среды. Классификация питательных сред. Приготовление питательных сред. Взятие пробы микрофлоры воздуха. Метод седиментации.</li> <li>3. Проведение бактериологического анализа. Методы взятия проб. Методы выделения чистых культур. Методы идентификации микробов. Приготовление последовательных разведений почвенной суспензии.</li> <li>4. Выявление культуральных свойств микроорганизмов. Метод определения грам-принадлежности с КОН. Описание культур. Отсев чистой культуры на скошенный МПА.</li> <li>5. Методы выявления морфологических признаков. Приготовление фиксированных препаратов. Окраска простым методом. Окраска по Граму.</li> <li>6. Спорообразование. Капсулообразование. Выявление спор методом Ожешко. Выявление капсул по Бурри - Гинсу. Посев культуры бактерий на скошенный МПА штрихом.</li> <li>7. Выявление подвижности. Фазово-контрастная микроскопия. Посев суспензии методом «сплошной газон».</li> <li>8. Изучение физиологических свойств микроорганизмов. Дифференциально-диагностические среды. СИБ. Пластины дифференцирующие. Приготовление и посев бактериальной суспензии на ПБД и СИБ.</li> <li>9. Антибиотики. Чувствительность бактерий к антибиотикам. Метод бумажных дисков.</li> <li>10-11. Нормальная микрофлора человека. Микроорганизмы поверхности тела и полостная микрофлора. Препарат зубного налета. Посев микрофлора методом отпечатков.</li> </ol>
Геохимическая роль микроорганизмов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1-2. Участие микроорганизмов в круговороте углерода. Процессы распада органических молекул. Процесс молочнокислого и спиртового брожения. Уксуснокислое брожение.</li> <li>3. Процессы разложения пектинов, целлюлозы, азотсодержащей органики. Постановка накопительных культур.</li> <li>4-5. Участие микроорганизмов в круговороте азота. Процесс азотфиксации. Приготовление накопительных и элективных сред. Микроорганизмы - азотфиксаторы. Приготовление препаратов азотфиксаторов - симбионтов из клубеньков люпина.</li> <li>6. Процессы нитрификации (хемосинтез) и денитрификации. Приготовление синтетических сред. Постановка накопительных культур. Микроорганизмы нитрификаторы и денитрификаторы.</li> <li>7. Коллоквиум</li> </ol>

## **Доклад**

**Выполнение доклада используется для оценки сформированности умений и владений ОПК-1 и ОПК-8**

### **Типовые темы докладов ОПК-1 У, В**

1. Особенности взаимоотношений прокариот с человеком. Роль микроорганизмов в процессах переваривания у разных групп животных: растительноядные, плотоядные.
2. Прокариоты в хозяйственной деятельности человека. Разнообразие микробов: используемых в разных областях промышленности (виноделие, хлебопечение, получение молочнокислых продуктов, антибиотиков, витаминов, аминокислот и т. д.)
3. Общие понятия об эндоцитобионтах. Симбионты инфузорий: внутриядерные, цитоплазматические – современные представления о их роли в организме животного.
4. Группы бактерий, осуществляющих физиологически значимые процессы в биосфере и в организме животного.
5. Формы и типы взаимоотношений бактерий. Исследование взаимоотношений бактерий с другими организмами

### **Типовые темы докладов ОПК-1 У, В**

1. Особенности микрофлоры ротовой полости, поверхности тела, репродуктивной системы.
2. Эндوفитная микрофлора: современные представления о роли микроорганизмов в жизни растения. Роль бактерий в развитии растительного организма.
3. Взаимоотношения с беспозвоночными. Симбионты простейших, членистоногих, погонофор (вестиментифер), моллюсков, червей и губок и др. Выедание бактерий беспозвоночными.
4. Роль в поддержании гомеостаза планеты. Биогеохимические циклы разных элементов.
5. Распространение микроорганизмов в природе – почве, воде, воздухе – и их роль в круговороте веществ в природе.

## **Ситуационные задачи**

**Для оценки сформированности умений и владений компетенции ОПК-1, ОПК-8**

### **Типовые ситуационные задачи (ОПК-1) В**

Взаимодействия разных видов азотфиксирующих бактерий с различными видами растений. Ризобиум, Азотобактер, Франкия.

Вопросы:

Каким образом бактериям рода Ризобиум удается накапливать связанный азот в почве.

В чем специфика взаимодействия свободноживущих diaзотрофов с растениями.

Какие группы бактерий способны фиксировать азот атмосферы.

### **Типовые ситуационные задачи (ОПК-8) В**

Модель структуры биосферы по Реймерс Н.Ф.

Вопросы:

Границы разных сред и возможности существования прокариот.

Микробные сообщества разных экотопов.

### **Типовые ситуационные задачи (ОПК-1) У**

Современные представления о структуре и функциональных возможностях микробоценоза толстого кишечника человека.

Вопросы:

Характеристики основных топологических частей микробоценоза.

Функциональные возможности разных частей микробоценоза толстого кишечника.

Участие микрофлоры в процессах терморегуляции у гомойотермных животных

### **Типовые ситуационные задачи (ОПК-8) У**

Границы распространения жизни на планете и микроорганизмы.

Вопросы:

Особенности состава микробных сообществ в разных экотопах известных сегодня – озеро «Восток», водяные линзы в структуре литосферы и др.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. № 55-ОД.

Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

i. Ченцов Ю. С. Введение в клеточную биологию: учеб. для студентов ун-тов, обучающихся по направлению 510600 "Биология" и биол. специальностям. - М.: Альянс, 2015. - 495 с. (83 экз. в библиотеке ННГУ)

ii. Тимаков В. Д., Левашев В. С., Борисов Л. Б. - Микробиология. - М.: Медицина, 1983. - 512 с., 4 л. ил. (49 экз. в библиотеке ННГУ)

iii. Микробиология: Учебник/В.Н. Кисленко, М.Ш. Азаев - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 272 с. Доступно на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=478874>.

### **б) дополнительная литература:**

1. Реутова, Е.А. Адаптационные возможности организма при применении иммуномодуляторов [Электронный ресурс]: монография / Е.А. Реутова; Новосиб. гос. аграр. ун-т. - Новосибирск: НГАУ, 2013. - 168 с. Доступно на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=516530>.

2. Микробиология: учебник / О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, А.А. Ванькова, Л.И. Войно. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 286 с. Доступно на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=912637>.

3. Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие/Б.С. Ксенофонтов - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с. Доступно на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=482844>

4. Санитарная микробиология [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.А. Ожередова, А.Ф. Дмитриев, В.Ю. Морозов и др. - Ставрополь: АГРУС, 2014. - 180 с. Доступно на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=514612>

5. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растит. происхожд.: Учеб. / О.А. Неверова, А.Ю. Просеков и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 318 с. Доступно на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=363762>

6. Математические модели в иммунологии и эпидемиологии инфекционных заболеваний / А. А. Романюха. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. Доступно на ЭБС «Консультант студент». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325825.html>.

7. Современная пищевая микробиология [Электронный ресурс] / Дж. М. Джей, М. Дж. Лёсснер, Д.А. Гольден; пер. 7-го англ. изд. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2014. - (Лучший зарубежный учебник). Доступно на ЭБС «Консультант студент». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313006.html>

### **в) Интернет-ресурсы:**

<http://www.studentlibrary.ru> - Электронная библиотека «Консультант студента»

<http://biblio-online.ru> - Электронная библиотека «Юрайт»

<http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотека «Лань»

Нормативные документы: <http://www.consultant.ru/>.

ЭБС «Znaniium.com». Режим доступа: [www.znaniium.com](http://www.znaniium.com).

Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).  
Сайт издательства «Springer» (<http://www.springer.com>).  
Сайт издательства «Elsevier» (<http://www.sciencedirect.com>).  
База данных «Scopus» (<http://www.scopus.com>).  
База данных «Web of Science» (<http://webofknowledge.com/>).

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук)), демонстрационные таблицы, обеспечивающие тематические иллюстрации. Для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеется лабораторное оборудование, лабораторная посуда, информационные плакаты и пр.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению 06.03.01 «Биология», Общий профиль.

Автор \_\_\_\_\_ к.б.н., доц. Кравченко Г.А.  
(подпись)

Рецензент \_\_\_\_\_ д.б.н., проф. ПИМУ Заславская М.И.  
(подпись)

Заведующий кафедрой  
молекулярной биологии и иммунологии \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 06.12.2021 года, протокол № 3.