

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования "Пермский**  
**государственный национальный исследовательский**  
**университет"**

**Кафедра микробиологии и иммунологии**

Авторы-составители: **Ившина Ирина Борисовна**

Рабочая программа дисциплины  
**МИКРОБИОЛОГИЯ**  
Код УМК 85730

Утверждено  
Протокол №5  
от «27» февраля 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Микробиология

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в Блок « Блок1.А.00 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **06.06.01** Биологические науки  
направленность Ботаника

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Микробиология** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**06.06.01** Биологические науки (направленность : Ботаника)

**ПК.1** Владеет фундаментальными знаниями в области биологических наук в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	06.06.01 Биологические науки (направленность: Ботаника)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (7 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **История, предмет и направления микробиологии**

Становление микробиологии как науки. Первые представления о существовании микробов. Бактерии становятся видимыми. Открытие микроорганизмов А. ван Левенгуком (A. van Leeuwenhoek, 1632–1723), Р. Гуком (R. Hooke, 1635–1703), А. Кирхером (A. Kircher, 1601–1680), дальнейший прогресс микроскопической техники и описательный (начальный, морфологический) период в развитии микробиологии. Роль работ Л. Пастера (L. Pasteur, 1822–1895) в развитии общей, медицинской, технической и сельскохозяйственной микробиологии. “Золотой век” микробиологии – работы Р. Коха (R. Koch, 1843–1910), М. Бейеринка (M.W. Beijerinck, 1851–1931), И.И. Мечникова (1845–1916). Метод чистых культур Р. Коха и развитие медицинской микробиологии в конце XIX – начале XX вв.

Проникновение идей Ч. Дарвина в микробиологию. Введение принципа элективных культур, открытие автотрофии (С.Н. Виноградский, 1856–1953), формирование экологического направления в изучении микроорганизмов. Значение работ М. Бейеринка, А. Клуйвера (A. Kluuwer, 1888–1956), К. ван Ниля (C. van Niel, 1897–1985).

Развитие отечественной микробиологии. Работы русских ученых Л.С. Ценковского (1822–1887), И.И. Мечникова, В.Л. Ивановского Д.И. (1864–1920), Омелянского (1867–1928), В.С. Буткевича (1872–1942), Н.Ф. Гамалеи (1859–1949), Г.А. Надсона (1897–1939), Б.Л. Исаченко (1871–1948), В.Н. Шапочникова (1884–1968), Н.Д. Иерусалимского (1901–1967), Н.А. Красильникова (1896–1973) и др.

Основные этапы развития микробиологии: морфолого-систематическое изучение микроорганизмов; физиологическое исследование микроорганизмов, основанное на точном эксперименте; сравнительное биохимическое исследование микроорганизмов, на основании которого сформулирована общая теория микробного метаболизма (теория биохимического единства жизни). Методы прижизненного наблюдения микроорганизмов, внедренные в микробиологическую практику: капилляры Перфильева, стекла обрастания Росси-Холодного, почвенная камера и метод проращивания почвенной пыли по Холодному.

Основные достижения и направления развития современной микробиологии. Основные методы микробиологических исследований: световая, люминесцентная, электронная, лазерная микроскопия; выделение чистых культур и контролируемое культивирование; аналитические методы. Новые методы микроэлектродной техники для изучения микроорганизмов непосредственно в среде обитания, точные методы химического анализа с использованием техники высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), газовой хроматографии и масс-спектропии (ГХ-МС), методы молекулярной биологии в манипулировании и анализе экстрактов нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) из природных образцов, позволяющих с высокой избирательностью исследовать состав микроорганизмов и микробных сообществ на молекулярном уровне. Важнейшие российские и зарубежные периодические издания по микробиологии. Микробиологи – Нобелевские лауреаты.

### **Проблемы систематики микроорганизмов**

Многоцарственная система живого мира. Универсальное филогенетическое древо. Положение микроорганизмов в системе живого мира. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, их сходство и основные различия. Фенотип и генотип архей. Проблема анцестора в хронологической последовательности. Гипотезы анцестора К. Вузе (C. Wese), Д. Серси (L. Searcy), О. Кандлера (O. Kandler). Роль микроорганизмов в эволюции биосферы. Ранняя биосфера и ранние сообщества микроорганизмов. Реликтовые сообщества. Цианобактерии и строматолиты. Теории происхождения эукариотной клетки. Важнейшая роль проукариот в создании и поддержании гомеостаза биосферы планеты.

Термины и содержание понятий: систематика, таксономия, классификация, идентификация, номенклатура, фенотип, генотип, классическая и генотипическая систематика.

Полифазная таксономия. Принципы классификации бактерий. Виды классификаций: естественные

(филогенетические) и искусственные. Правила номенклатуры и идентификации. Международный кодекс номенклатуры бактерий (International Code of Nomenclature of Bacteria). Принцип номенклатурных типов в систематике и приоритета в номенклатуре. Систематика бактерий для практических целей (искусственная с элементами филогении). Определитель бактерий Берджи и основная идея классификации бактерий “по Берджи”. Иерархия таксонов: домен, филум, класс, порядок, семейство, род, вид. Концепция доменов Archaea (Archaeobacteria), Bacteria (Eubacteria), Eukarya (Eukaryotae). Краткая характеристика представителей основных групп (Phylum) прокариот. Морфофизиологический и филогенетический подходы к систематике. Признаки, используемые для классификации и идентификации бактерий, современные методы их исследования. Фенотипические признаки: морфологические, культуральные, физиологические. Хемотаксономические признаки: особенности химического состава и диагностические компоненты клеточной стенки бактерий, строение пептидогликана и его аналогов, особенности липидного состава клеток, состав жирных кислот целых клеток, фосфолипидов, миколовых кислот, менахинонов дыхательной цепи и т.д. Генотипические характеристики и филогенетические связи микроорганизмов. Г+Ц состав ДНК, размер генома, ДНК-ДНК и ДНК-рРНК гомология. Определение и анализ нуклеотидных последовательностей гена(ов) 16S рРНК. Семантиды и сигнатуры в филогении бактерий. Нумерический анализ: общие принципы, возможности и ограничения при классификации и идентификации бактерий.

### **Морфологическое и структурное разнообразие микроорганизмов**

Морфология микроорганизмов. Размеры, форма, группирование клеток. Строение типичной прокариотной клетки: нуклеоид и генетический аппарат, плазмиды, цитоплазматическая мембрана, включения и запасные вещества, клеточная стенка, пили, капсулы, регулярно структурированные S-слои.

Химический состав, строение и функции клеточной стенки бактерий. Различия клеточных стенок грамположительных и грамотрицательных бактерий. Цитоплазматическая мембрана бактерий: химическая природа, строение и функции. Транспорт веществ через цитоплазматическую мембрану. Цитоплазма бактерий: химический состав и организация. Внутрицитоплазматические включения: их природа и значение для клетки. Органеллы цитоплазмы и их функции. Ядерный аппарат бактериальной клетки: химическая и структурная организация, функции. Репликация ДНК у бактерий. Регуляция клеточного деления. Концепция репликаона. Движение клеток. Строение, расположение на клетке и функционирование бактериальных жгутиков. Движение спирихет и бактерий со скользящим типом передвижения. Покоящиеся формы прокариот. Споры, спорообразование и практическое значение спорообразования. Отличительные признаки прокариот, архей и эукариот.

Простые и сложные методы окраски микробных клеток и их назначение. Техника приготовления препаратов для морфологического исследования. Светопольная микроскопия. Препарат “раздавленная капля”, “отпечаток”. Техника окраски бактериальных жгутиков. Техника и механизм окраски бактерий по методу Грамма. Техника и механизм окраски кислотоустойчивых бактерий. Методы выявления бактериальных эндоспор, капсул, резервных веществ, нуклеоида. Методы изучения подвижности бактерий.

### **Культивирование и рост микроорганизмов**

Питание, культивирование и контроль роста микроорганизмов. Питательные среды: классификация, принцип изготовления. Выделение и культивирование микроорганизмов. Природные и лабораторные культуры, их сходство и различие. Накопительные и чистые культуры микроорганизмов, методы их получения. Характеристика источников энергии, углерода, доноров и акцепторов электронов, используемых микроорганизмами. Автотрофы и гетеротрофы. Фототрофы и хемотрофы. Типы питания (трофии) микроорганизмов. Содержание понятий фотолитоавтотрофы, фотолитогетеротрофы, фотоорганогетеротрофы, фотоорганавтотрофы, хемолитоавтотрофы, хемолитогетеротрофы,

хемоорганотрофы, хемоорганогетеротрофы. Прототрофы и ауксотрофы. Сапротрофы, коменсалы, хищники и паразиты. Некультивируемые формы.

Теория роста и развития микроорганизмов, разработанная Н.Д. Иерусалимским в области управляемого культивирования микроорганизмов. Периодическое культивирование микроорганизмов. Параметры количественной оценки роста микроорганизмов: концентрация клеток, клеток/мл; время генерации – промежуток времени, за который число клеток удваивается; константа скорости деления – число удвоений в час; константа скорости роста. Рост популяций клеток в периодической культуре. Кривая роста и характеристика отдельных фаз кривой роста культур: лаг-фаза – фазы «привыкания» клеток к среде; экспоненциальной (логарифмической) фазы, фазы замедления роста (переходной фазы), стационарной фазы, фазы отмирания.

Непрерывное (проточное) культивирование. Хемостат, теория хемостата, уравнения, описывающие рост культуры в хемостате. Основные принципы турбидостатного культивирования. Использование периодических и непрерывных культур в промышленности.

Цикл деления бактериальной клетки, его регуляция. Синхронные культуры как метод изучения жизненного цикла микроорганизмов. Способы получения синхронных культур. Культивирование иммобилизованных клеток микроорганизмов. Контроль роста микроорганизмов. Подавление роста и гибель микроорганизмов под действием различных агентов. Способы оценки жизнеспособности клеток и микробных популяций.

Методы стерилизации (полная гибель организмов и отсутствие жизнеспособных клеток), дезинфекции (сильное снижение численности клеток под воздействием химических агентов) и избирательного ингибирования групп организмов или их функций антибиотиками или химиотерапевтическими агентами. Методы определения основных параметров роста бактериальной клетки. Методы количественного учета микроорганизмов: прямой счет клеток под микроскопом; непрямой подсчет после подращивания на твердых средах (учет живых клеток). Методы учета живых клеток микроорганизмов: подсчет на чашках выросших колоний после соответствующих разведений; учет по методу предельных разведений. Методы определения микробной биомассы. Методы хранения культур, гарантирующие сохранение их жизнеспособности и первоначальных свойств.

Действие физико-химических факторов на микроорганизмы. Активность воды и осмотическое давление. Ксерофилы. Осмофилы. Галофилы. Показатель кислотности среды (рН). Алкало- и ацидофильные микроорганизмы. Температура. Психрофильные и термофильные микроорганизмы. Гидростатическое давление. Пьезофильные микроорганизмы. Наличие кислорода. Аэробы и анаэробы, особенности их культивирования. Влияние электромагнитных излучений. Механизм действия физических (экстремальные температуры, высушивание, радиация) и химических (основные классы антисептиков, антибиотиков, антиметаболитов) агентов, снижающих жизнеспособность микробных клеток. Репарация повреждений ДНК у микроорганизмов (фотореактивация, эксцизионная и рекомбинативная репарации). Молекулярные механизмы репарационных процессов. Значение репарации, физиологической адаптации и отбора устойчивых особей.

### **Метаболизм микроорганизмов**

Механизмы транспорта энергетических субстратов. Первая стадия метаболизма – проникновение веществ в микробную клетку. Функциональная роль цитоплазматической мембраны и клеточной стенки. Механизмы пассивной диффузии, облегченной диффузии. Первичный и вторичный активный транспорт, сходство и различие, молекулярные механизмы. Транслокация групп как вид вторичного транспорта. Использование микроорганизмами высокомолекулярных и водонерастворимых веществ, роль экзоферментов и ферментов периплазмы. Роль периплазматического пространства и мембран в организации и регуляции транспортных процессов.

Основные механизмы обмена веществ и преобразования энергии. Два типа метаболических путей –

катаболизм (энергетический метаболизм, синтез АТФ) и анаболизм (биосинтетические процессы, гидролиз АТФ). Понятие об энергетическом и конструктивном метаболизме. Термодинамические закономерности биохимических реакций. АТФ как универсальная форма химической энергии в клетке. Энергия трансмембранного потенциала ионов водорода. Основные виды, способы получения и пути трансформации энергии в клетке. Сопряжение энергетического и конструктивного обмена у микроорганизмов. Основные способы регуляции микробного метаболизма.

Основные пути катаболизма углеводов. Цикл трикарбоновых кислот. Использование общих и специфических реакций при диссимиляции различных органических субстратов микроорганизмами. Путь Энтнера-Дудорова. Пентозофосфатный путь. Метилглиоксальный шунт. Анаэробные реакции. Глиоксилатный цикл.

Брожение. Содержание понятия, типы брожения (молочнокислородное, спиртовое, пропионовокислородное, маслянокислородное, смешанное, ацетонобутиловое). Микроорганизмы-возбудители брожения. Выход энергии при различных типах брожения, зависимость от условий культивирования.

Анаэробное дыхание. Углекислота как акцептор водорода, образование метана и уксусной кислоты.

Диссимиляционная сульфатредукция и восстановление серы. Диссимиляционное восстановление нитратов и денитрификация. Возможности использования иных акцепторов электронов. Аэробное дыхание. Формы участия молекулярного кислорода в окислении органических соединений. Окисление одноуглеродных соединений. Аэробная диссимиляция молекул различных мономеров и полимеров. Особенности окисления углеводов.

Кометаболизм. Анаболизм. Регуляция метаболизма. Эволюция путей метаболизма. Методы количественной оценки метаболической активности микроорганизмов.

Фотофосфорилирование. Фотосинтез. Фотосинтезирующие бактерии. Фотосинтез у бактерий: общая характеристика процесса. Фотофизические процессы, лежащие в основе фотосинтеза. Фотохимические процессы и пути электронного транспорта. Фотофосфорилирование. Особенности метаболизма фотосинтезирующих бактерий. Состав, организация и функции фотосинтезирующего аппарата. Фотосинтез с выделением (кислородный фотосинтез) и без выделения (аноксигенный фотосинтез) молекулярного кислорода. Важнейшие представители пурпурных и зеленых бактерий, цианобактерий, особенности их фотосинтеза. Использование световой энергии галобактериями (археями). Значение фотосинтеза в циклах углерода и кислорода в природе и эволюции жизни на Земле.

### **Генетика микроорганизмов**

Наследственная и ненаследственная изменчивость. Мутационная природа изменчивости. Частота мутантов и типы мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Популяционная изменчивость. Обнаружение и селекция мутантов, использование их в научных и практических целях.

Типы рекомбинации генетического материала у бактерий: конъюгация, трансформация и трансдукция. Рекомбинация и генетический анализ у фагов. Плазмиды. Транспозируемые генетические элементы. Явление диссоциации у прокариот.

Толерантность ДНК бактерий к повреждению. Процессы, регулирующие ответ клеток на действие повреждающих факторов.

Методы детекции и анализа мутаций. Идентификация реверсий типа замены пар оснований и сдвига рамки считывания. lacI нонсенс система Миллера. Система идентификации фреймшифт и делеций.

Шатл-векторы на основе вирусов млекопитающих. Цепная полимеразная реакция как инструмент секвенирования генов-мишеней. Химические и физические методы идентификации фрагментов ДНК.

Генетическая инженерия. Клонирование генов в клетках микроорганизмов. Практическое использование достижений генетики микроорганизмов и генной инженерии.

### **Вирусы – источник генетического материала для эволюции. Бактериофаги**

Открытие вирусов (Д.И. Ивановский, 1864–1920). Формирование представлений о сущности вирусов и



бактериофагов и природе взаимодействия их с клетками хозяев. Специфичность, происхождение, морфологическое и структурное разнообразие вирусов. Известные типы взаимодействия вируса с клеткой хозяина: продуктивный (образуется дочерняя популяция, интегративный (виrogenия), абортивный (вирусная популяция не образуется) и интерференция вирусов (инфицирование чувствительной клетки разными вирусами). Репродуктивный цикл вирусов. Персистенция вирусов. Вирусы бактерий – бактериофаги. Методы выделения. Морфологическая классификация бактериофагов. Размножение вирулентного фага. Литический цикл инфекции. Развитие умеренных фагов. Лизогения. Модификация фаговой ДНК. Вирусы и канцерогенез. Вироиды. Прионы. Фаги как инструмент генетических исследований и генных технологий.

### **Низшие эукариоты и их биоразнообразие**

Низшие эукариоты-протисты – одноклеточные или колониальные микроскопические организмы – грибы, простейшие, водоросли. Общее представление о происхождении, классификация. Морфологическое разнообразие, функциональные особенности, рост и способы размножения, энергетический метаболизм. Понятие фаготрофии как способности организмов захватывать твердые частицы и проводить их через мембрану внутрь клетки (способность осуществлять внутриклеточное переваривание пищи). Эндосимбиоз как системное усложнение в строении путем включения жертвы в состав организма и создания таким образом полифункционального объединения – “общество-организм”, где отдельные компоненты теряют индивидуальность. Роль низших эукариот в функционировании биосферы.

Основы управляемого культивирования грибов и водорослей, заложенные Е.Е. Успенским и С.И. Кузнецовым.

### **Экология микроорганизмов**

Деятельность микроорганизмов в природных местообитаниях. Микроорганизмы как часть экосистемы. Функции микроорганизмов в природе. Места обитания микроорганизмов. Микробные сообщества как система (совокупность) взаимодействующих между собой разнообразных организмов. Кооперативные трофические взаимодействия в сообществе. Роль микробных сообществ в природных и искусственных местообитаниях. Работы М.В. Иванова и Г.А. Заварзина с коллегами.

Взаимодействие микроорганизмов между собой и с другими организмами. Антагонизм, мутуализм, симбиоз. Мутуалистические взаимодействия микроорганизмов с животными. Взаимодействие микроорганизмов и растений. Физиологический статус микроорганизмов в экосистемах. Особенности экологической стратегии и биотических связей у микроорганизмов. Копиотрофы и олиготрофы. Гидролитики и диссипотрофы. Трехступенчатый процесс функционирования микробных сообществ. Образование биопленок. Микробные маты. Особенности водных и почвенных микроорганизмов. Генетически модифицированные микроорганизмы и их интродукция в открытые экосистемы. Микроорганизмы и загрязнение природных экосистем. Методы исследования экологии микроорганизмов.

Роль гетеротрофных и автотрофных микроорганизмов в циклах углерода, кислорода, азота, серы, фосфора и других элементов. Минерализация различных веществ. Роль микроорганизмов в геохимических процессах зоны гипергенеза и процессах почвообразования и выветривания.

Роль микроорганизмов в формировании кислородной атмосферы. Дыхание органотрофов. Бактериальный окислительный фильтр и газотрофы. Микробная азотфиксация. Аммонификаторы, нитрификаторы и денитрификаторы. Водородные бактерии. Карбоксидобактерии. Летучие углеводороды и бактериальный фильтр.

Ранняя биосфера и ранние сообщества микроорганизмов. Реликтовые сообщества. Цианобактерии и строматолиты. Теории происхождения эукариотной клетки. Глобальный ароморфоз, положивший начало развитию многоклеточности и образованию эукариот. Важнейшая роль прокариот в создании и

поддержании гомеостаза биосферы планеты.

**Патогенные микроорганизмы. Проблемы антибиотикоустойчивости микроорганизмов и стратегия их преодоления. Биотерроризм и биобезопасность**

Паразитизм и патогенность микроорганизмов. Типы паразитизма микроорганизмов. Убиквитарность и автономное существование патогенов в природных экосистемах. Специфичность паразита к хозяину. Универсальность факторов патогенности.

Персистенция бактериальных патогенов как результат симбиотических отношений. Паразитизм как образ жизни симбионтов. Патогенные бактерии, общие для человека и растений. Техногенная очаговость инфекционных болезней. Бактерионосительство как критерий экологического риска населения. Виды иммунитета к возбудителям инфекционных заболеваний.

Причины возникновения среди микроорганизмов множественной лекарственной устойчивости и возможные пути преодоления проблемы.

Понятие биологической угрозы и проблемы биобезопасности. Тактика и стратегия борьбы с распространением биологических угроз нового тысячелетия. Конвенция о запрете бактериологического оружия. Меры по предотвращению его производства и распространения. Биотерроризм и агротерроризм: возможные объекты поражения и способы противодействия.

Разработка новых средств профилактики опасных инфекционных заболеваний. Методы эффективного и быстрого обнаружения возбудителей опасных инфекционных заболеваний.

Молекулярно-биологические конструкции для детоксикации патогенов. Внедрение новейших компьютерных технологий в медицину, микробиологию и разработка на их основе диагностических систем экспрессного анализа ДНК патогенного микроорганизма (наногенная технология).

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Ившина И. Б., Криворучко А. В., Куюкина М. С. Биоразнообразие и систематика микроорганизмов: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Биология"/И. Б. Ившина, А. В. Криворучко, М. С. Куюкина. - Пермь: ГПНИУ, 2019, ISBN 978-5-7944-3421-7. - 304. <https://elis.psu.ru/node/629492>
2. Микробиология. Часть 1. Прокариотическая клетка. Учебное пособие. - Москва: Прометей, Московский педагогический государственный университет, 2013. Микробиология. Часть 1. Прокариотическая клетка/Куранова Н. Г.. - 2013. - 108, ISBN 978-5-7042-2459-4 <http://www.iprbookshop.ru/24002>

### Дополнительная:

1. Тузова, Р. В. Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и клеточная инженерия : монография / Р. В. Тузова, Н. А. Ковалев. — Минск : Белорусская наука, 2010. — 395 с. — ISBN 978-985-08-1186-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/10115>
2. Максимова Ю. Г., Максимов А. Ю. Биоресурсы и биотехнологии. Основы биотехнологии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Биология"/Ю. Г. Максимова, А. Ю. Максимов. - Пермь: ПГНИУ, 2019, ISBN 978-5-7944-3298-5. - 1031. - Библиогр.: с. 101-103 <https://elis.psu.ru/node/592372>
3. Шлегель Г. Г. История микробиологии: [учебное пособие] : перевод с немецкого/Г. Г. Шлегель ; пер. Т. Г. Мирчинк ; авт. предисл. Л. В. Калакуцкий. - Москва: Издательство ЛКИ, 2008, ISBN 978-5-382-00568-3. - 304. - Библиогр.: с. 271-272
4. Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Биология" и смежным направлениям/А. И. Нетрусов. - Москва: Издательский центр Академия, 2014, ISBN 978-5-4468-0345-3. - 288. - Библиогр.: с. 277

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

- <http://lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0130:article> История развития микробиологии
- [www.iegmc.ru](http://www.iegmc.ru) Сайт Региональной профилированной коллекции алканотрофных микроорганизмов
- [http://www.allvet.ru/knowledge\\_base/microbiology/istoriya-razvitiya-mikrobiologii.php](http://www.allvet.ru/knowledge_base/microbiology/istoriya-razvitiya-mikrobiologii.php) История микробиологии
- <http://www.pasteur.fr/en/english.html> Институт Пастера
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi> Сайт NCBI, раздел Taxonomy
- <http://microbiologu.ru/obschaya-mikrobiologiya/regulyatsiya-metabolizma/2.html> Информация по регуляции метаболизма
- <http://microbiologu.ru/obschaya-mikrobiologiya/tipyi-brozheniya/2.html> Информация по типам брожения
- [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru) Методы и справочная информация по молекулярной биологии
- <http://nsau.edu.ru/images/vetfac/images/ebooks/microbiology/stu/ecologia.htm> Экология бактерий
- <http://meduniver.com/Medical/Microbiology/> Медицинская микробиология

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Микробиология** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);
- 2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);
- 3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;
- 4) программы для просмотра и редактирования цифровых изображений;
- 5) программы для просмотра и редактирования DjVu-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим

программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Микробиология**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.1**

**Владеет фундаментальными знаниями в области биологических наук в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> Владеет фундаментальными знаниями в области биологических наук в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач</p>	<p>В результате освоения дисциплины аспирант должен знать историю развития микробиологии как предмета, современные проблемы систематики микроорганизмов, морфологическое и структурное разнообразие микроорганизмов, особенности генетики и экологии микроорганизмов в объеме, достаточном для самостоятельного решения научно-исследовательских задач. Владеть в методами культивирования микроорганизмов и характеристики их метаболизма. Уметь работать с микроорганизмами, в т.ч. патогенными, вирусами и низшими эукариотами.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает историю развития микробиологии как предмета, современные проблемы систематики микроорганизмов, морфологическое и структурное разнообразие микроорганизмов, особенности генетики и экологии микроорганизмов. Не владеет методами культивирования микроорганизмов и характеристики их метаболизма. Не умеет работать с микроорганизмами, в т.ч. патогенными, вирусами и низшими эукариотами.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Показывает разрозненные знания по истории развития микробиологии как предмета, современным проблемам систематики микроорганизмов, морфологическому и структурному разнообразию микроорганизмов, особенностям генетики и экологии микроорганизмов. Частично владеет методами культивирования микроорганизмов и характеристики их метаболизма. Частично умеет работать с микроорганизмами, в т.ч. патогенными, вирусами и низшими эукариотами.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Частично знает историю развития микробиологии как предмета, современные проблемы систематики микроорганизмов, морфологическое и структурное разнообразие микроорганизмов, особенности генетики и экологии микроорганизмов в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач. Владеет методами культивирования микроорганизмов и характеристики их метаболизма. Умеет</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>работать с микроорганизмами, в т.ч. патогенными, вирусами и низшими эукариотами.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает историю развития микробиологии как предмета, современные проблемы систематики микроорганизмов, морфологическое и структурное разнообразие микроорганизмов, особенности генетики и экологии микроорганизмов в объеме, достаточном для самостоятельного решения научно-исследовательских задач. Владеет в полном объеме методами культивирования микроорганизмов и характеристики их метаболизма. Умеет самостоятельно работать с микроорганизмами, в т.ч. патогенными, вирусами и низшими эукариотами.</p>

### Оценочные средства

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Письменное контрольное мероприятие

**Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :**

60

### Показатели оценивания

Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины. Отсутствие умений. Отсутствие навыков.	<b>Неудовлетворител</b>
Наличие общих, неструктурированных знаний об основных научных достижениях в области микробиологии. Частично сформированы умения критически анализировать современные положения и новые идеи в микробиологии, давать им онтологическую, методологическую и прикладную оценку, выделять главное, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач (в том числе в междисциплинарных областях), ставить цели и определять пути их достижения в процессе профессиональной деятельности. Фрагментарное применение методов теоретического анализа научных положений микробиологии.	<b>Удовлетворительн</b>
В целом сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области микробиологии, однако содержащие	<b>Хорошо</b>



<p>отдельные пробелы. Отсутствие грубых ошибок в понимании материала. В целом успешные, с незначительными недостатками, умения критически анализировать современные положения и новые идеи в микробиологии, давать им онтологическую, методологическую и прикладную оценку, выделять главное, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач (в том числе в междисциплинарных областях), ставить цели и определять пути их достижения в процессе профессиональной деятельности.</p> <p>В целом успешное, с отдельными несущественными недостатками, применение методов теоретического анализа научных положений микробиологии.</p>	<p><b>Хорошо</b></p>
<p>Вполне сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области микробиологии.</p> <p>Успешно и систематически применяемые умения критически анализировать современные положения и новые идеи в микробиологии, давать им онтологическую, методологическую и прикладную оценку, выделять главное, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач (в том числе в междисциплинарных областях), ставить цели и определять пути их достижения в процессе профессиональной деятельности.</p> <p>Успешное и систематическое применение методов теоретического анализа научных положений микробиологии.</p>	<p><b>Отлично</b></p>

### **Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации**

#### Перечень контрольных вопросов

1. Назовите группы организмов, относящихся к объектам микробиологии?
2. Какое место занимает микробиология в системе биологических дисциплин?
3. Какова роль микроорганизмов в природе и деятельности человека?
4. Назовите наиболее важные открытия в истории микробиологии?
5. По каким основным направлениям развивается микробиология в настоящее время?
6. Почему термин “микроорганизм” не имеет таксономического смысла?
7. Что понимают под классификацией и систематикой биологических объектов?
8. Что такое естественная систематика?
9. Почему микроорганизмы не удается классифицировать только по их морфологическим характеристикам?
10. Какие группы микроорганизмов входят в состав домена Eukarya?
11. В какие домены объединены прокариотические микроорганизмы?
12. Назовите черты сходства и различий архей и бактерий? Архей и эукарий?
13. Назовите принципиальные отличия клеточной организации эукариот и прокариот.
14. Как с развитием биологии менялись представления о генетическом аппарате прокариот?
15. Какие организмы относятся к протеобактериям?
16. Проанализируйте различия в строении клеточных стенок грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов.
17. Какие клеточные стенки характерны для архей?
18. В чем сходство и различие в строении и функциях цитоплазматической мембраны (ЦПМ) и внешней мембраны грамотрицательных микроорганизмов?

19. Перечислите включения и запасные вещества, присущие микроорганизмам. Назовите их основные функции.
20. Назовите поверхностные структуры клеток микроорганизмов, ответственные за движение и прикрепление к субстрату. Какие еще функции могут выполнять эти структуры?
21. Почему покоящиеся формы прокариот обладают значительной устойчивостью во внешней среде?
22. Перечислите способы размножения у прокариот.
23. В чем определяется роль витаминов в метаболизме микроорганизмов?
24. Как коррелирует морфология с химической функцией у бактерий?
25. На какие группы подразделяются микроорганизмы по отношению к количеству и качеству питательного субстрата в среде обитания?
26. Назовите типы питания микроорганизмов. Сравните возможности микроорганизмов и высших организмов в этом отношении.
27. Назовите причины возникновения среди микроорганизмов множественной лекарственной устойчивости.
28. На какие группы делятся микроорганизмы по отношению к температурным пределам и чем они различаются между собой?
29. Чем обусловлено токсическое действие кислорода на микроорганизмы?
30. Назовите особенности галофильных микроорганизмов.
31. В чем отличие энергетики фототрофных и хемотрофных организмов?
32. Может ли хемотрофный организм развиваться в поле термодинамической устойчивости субстрата реакции?
33. В каких случаях, описывая бактериальную культуру, можно ограничиться анализом клетки, а в каких – популяции?
34. Что должно присутствовать в среде, чтобы культура росла?
35. Чем отличаются непрерывные культуры микроорганизмов, функционирующие в режиме хеостата и турбидостата.
36. Перечислите основные этапы катаболизма глюкозы у микроорганизмов. В чем особенности катаболизма анаэробных организмов?
37. Дайте определение процессу брожения. Перечислите наиболее известные виды брожения и группы микроорганизмов, их вызывающие.
38. Что такое гетеротрофная фиксация CO<sub>2</sub>?
39. Перечислите основные виды анаэробного дыхания и назовите микроорганизмы, способные осуществлять такой процесс?
40. Назовите субстраты метаногенеза и проанализируйте возможности метаногенных архей в условиях конкуренции с сульфатредуцирующими микроорганизмами.
41. Сравните процессы полного и неполного окисления субстрата. Каковы особенности окисления биологических полимеров?
42. Перечислите группы хемолитоавтотрофных микроорганизмов.
43. Сравните группы фототрофных микроорганизмов по организации фотосинтетического аппарата и метаболическим возможностям.
44. Возможно ли использование клеткой энергии, не связанной с переносом электрона (протона)?
45. Какова зависимость энергетики клетки от концентрации веществ в природе?
46. Какие факторы ограничивают возможность использования организмом реакции в качестве энергодающей?
47. Как поддерживаются в клетке условия, обеспечивающие ее жизнедеятельность?
48. Могут ли отдельные ферменты характеризовать пути обмена организма?

49. Как зависит синтез фермента от внешних условий?
50. Возможно ли приспособление клетки к использованию нового субстрата, если у клетки нет внутренних резервов?
51. Как и когда в клетках микроорганизмов образуются запасные вещества?
52. Каково значение запасных веществ для фототрофов? Для хемотрофов?
53. Какое значение имеет процесс азотфиксации?
54. Назовите основные этапы синтеза биологических полимеров у микроорганизмов.
55. Каковы основные процессы метаболизма азота и серы у микроорганизмов?
56. Каково значение процессов регуляции метаболизма в жизни клетки?
57. Перечислите основные способы регуляции микробного метаболизма.
58. Какой способ регуляции позволяет быстро менять путь метаболизма?
59. Что понимается под терминами “генотип” и “фенотип”?
60. Возможно ли представить возникновение генома новых бактерий в виде последовательных мутаций?
61. Какие факторы вызывают мутации и в чем особенности фенотипического проявления мутаций у микроорганизмов?
62. Перечислите типы рекомбинации генетического материала у прокариот.
63. Какое значение имеют комбинаторные процессы в генетике микроорганизмов?
64. Каково значение отторжения чужеродной генетической информации для существования видов?
65. Имеется ли прямая связь между числом мутаций и временем?
66. С какими признаками коррелирует рибосомальный аппарат?
67. Можно рассматривать геном бактерий как мозаику свойств или же как ряд последовательных приобретений, и каким образом могли такие распределения возникнуть?
68. Охарактеризуйте биологические особенности строения вирусов.
69. Что является первостепенным для понимания деятельности микроорганизмов в их среде обитания, а что второстепенным?
70. Проанализируйте две стратегии репродукции бактериофагов.
71. Что понимается под термином “профаг”?
72. Назовите особенности индуцибельных и криптических профагов.
73. Назовите представителей промышленно используемых и патогенных бактерий, содержащих профаги.
74. Охарактеризуйте два типа трансдукции – общую и специализированную.
75. Что является субстратом общей и специализированной трансдукции?
76. Перечислите основные биологические особенности низших эукариотов-протистов.
77. Охарактеризуйте понятие фаготрофии.
78. Проанализируйте роль низших эукариот в функционировании биосферы.
79. Назовите наиболее распространенные приемы и методы микологических исследований.
80. Опишите грибы различного таксономического происхождения, являющихся одним из существенных звеньев экологических ниш, связанных с повреждением материалов.
81. Перечислите основные методы исследования в экологии микроорганизмов.
82. Что является первостепенным для понимания деятельности микроорганизмов в их среде обитания, а что второстепенным?
83. Проанализируйте основные достоинства и недостатки известных методов определения количества клеток микроорганизмов.
84. Как идентифицировать почвенные бактерии без выделения в чистую лабораторную культуру, применяя молекулярные методы?

85. Назовите наиболее распространенные типы взаимоотношений микроорганизмов друг с другом. Приведите примеры синтрофных ассоциаций.
86. Опишите мутуалистические и паразитические симбиозы с участием микроорганизмов.
87. Что такое экологическая стратегия и как подразделяются микроорганизмы по отношению к этому показателю?
88. По стратегиям роста к какому типу (r-стратеги, K-стратеги) могут быть отнесены лабораторные чистые бактериальные культуры?
89. Опишите роль гетеротрофов и автотрофов в каждом из основных циклов элементов (углерода, азота, серы) на Земле.
90. Что обозначают термины “паразитизм” и “патогенность” микроорганизмов?
91. Охарактеризуйте типы паразитизма микроорганизмов.
92. Назовите причины возникновения среди микроорганизмов множественной лекарственной устойчивости.
93. Назовите методы обнаружения некультивируемых форм микроорганизмов.
94. Опишите мутуалистические и паразитические симбиозы с участием микроорганизмов.
95. Опишите феномен некультивируемого состояния бактерий в качестве адаптивной стратегии выживания патогенных микроорганизмов во внешней среде.
96. Охарактеризуйте методы детоксикации патогенов.
97. Дефиниция понятий “биологическая угроза”, “биобезопасность”, “биотерроризм”, “агротерроризм”.