

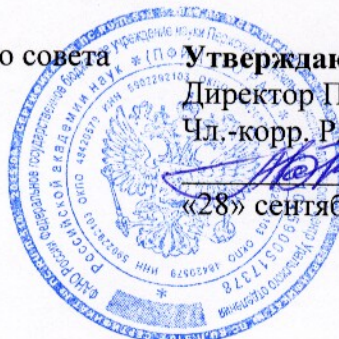
Федеральное агентство научных организаций  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**Пермский федеральный исследовательский центр**  
**Уральского отделения**  
**Российской академии наук**

Принято на заседании Объединенного ученого совета  
ПФИЦ УрО РАН  
Протокол № 1  
«03» июля 2017 г.

**Утверждаю**

Директор ПФИЦ УрО РАН  
Чл.-корр. РАН А.А. Барях

«28» сентября 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МИКРОБИОЛОГИЯ»**

(наименование дисциплины по учебному плану)

Направление 06.06.01 «Биологические науки»  
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры 03.02.03 - Микробиология

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Курс: 2 Семестр(ы): 1

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 144 ч

**Виды контроля:**

Экзамен: **-нет** Зачёт: **1** Курсовой проект: **- нет** Курсовая работа: **- нет**

Пермь 2017

## 1. Наименование дисциплины

Микробиология

(полное наименование дисциплины)

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в Блок 1 Относится к циклу обязательных дисциплин профиля подготовки «ОД0» образовательной программы по направлению подготовки (специальности): Направление: **06.06.01** Биологические науки, направленность 03.02.03 - Микробиология,

разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «30» июля 2014 г. номер приказа «871» по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Микробиология», утверждённого «28» сентября 2017 г.

**Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин**

Обязательными дисциплинами: Методика оформления научно-квалификационной работы и сдаче кандидатского экзамена по специальности.

Дисциплинами по выбору:

Биохимия прокариот;

Адаптация прокариот к стрессам;

Генетика микроорганизмов;

Генная инженерия.

Программами научно-исследовательской практики и научно-исследовательской деятельности аспирантов.

участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчики

академик РАН

Ившина И.Б.

д.б.н.

Максимова Ю.Г.

(учёная степень, звание)

(подпись)

(инициалы, фамилия)

Рецензент: д.м.н, зав. кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии ПГМУ  
им. ак. Е.А. Вагнера, профессор,

(учёная степень, звание)

(подпись)

Э.С. Горовиц

(инициалы, фамилия)

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-1, ПК-2.

#### 3.1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Код ПК-1</b>        | <b>Формулировка компетенции</b><br>Способность к поэтапному планированию и оформлению научно-исследовательских работ в области микробиологии |
| <b>Код ПК-1. 31.У2</b> |  |

#### Требования к компонентному составу части компетенции

| <b>Перечень компонентов</b>   | <b>Виды учебной работы</b>  | <b>Средства оценки</b>                               |
|---|---|--|
| <b>В результате освоения компетенции студент:</b><br>ЗНАЕТ: требования к грамотной формулировке задач, обоснованию актуальности и научной новизны исследования в области микробиологии.<br>Код 31 ПК-1 (31 УК-1);<br>УМЕЕТ: применять литературные данные, для трактовки результатов микробиологических исследований<br>Код У2 ПК-1 | Лекции.<br>Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала. | Устный опрос для текущего и промежуточного контроля. |

#### 3.2. Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Код ПК-2</b>                 | <b>Формулировка компетенции</b>  |
| <b>Код ПК-2. В1, У1, У2, 31</b> | Готовность к оптимальному выбору подходов и методов для решения научно-исследовательских задач в области микробиологии |

#### Требования к компонентному составу части компетенции

| <b>Перечень компонентов</b>   | <b>Виды учебной работы</b>                              | <b>Средства оценки</b>                               |
|---|---|--|
| <b>В результате освоения компетенции студент должен:</b><br>ВЛАДЕТЬ | Лекции.<br>Самостоятельная работа студентов по изучению | Устный опрос для текущего и промежуточного контроля. |

|   |                           |  |
|---|---------------------------|--|
| <p>Фундаментальными знаниями в области микробиологии и смежных с ней наук<br/> Код В1 ПК-2<br/> УМЕТЬ: анализировать и систематизировать информацию по теме исследования,<br/> Код У1 ПК-2<br/> УМЕТЬ: анализировать и грамотно интерпретировать полученные результаты экспериментов. Код У2 ПК-2<br/> ЗНАТЬ: подходы и методы изучения строения, биохимии, физиологии, генетики, бактериальных клеток. Код З1 ПК-2</p> | теоретического материала. |  |
|---|---------------------------|--|

#### 4. Объем и содержание дисциплины

|  |   |
|--|---|
| Направления подготовки                                     | <b>06.06.01</b> Биологические науки (направленность: Микробиология) |
| форма обучения   | очная   |
| №№ семестров, выделенных для изучения дисциплины           | 5   |
| Объем дисциплины (з.е.)                                    | 4   |
| Объем дисциплины (ак.час.)                                 | 144   |
| Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе: | 48  |
| Проведение лекционных занятия                              | 24  |
| Проведение практических занятия, семинаров                 | 24  |
| Самостоятельная работа (ак.час.)                           | 96  |
| Формы текущего контроля                                    |   |
| Формы промежуточной аттестации                             | Зачет (4 семестр)   |

### Тематический план

| Наименование тем и разделов  | Все<br>го<br>ак.ч<br>ас | Аудиторные занятия |                           |                           | самостоя-<br>тельная<br>работа |
|--|-------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|
|  |                         | лекции             | лаборатор-<br>ные занятия | практичес-<br>кие занятия |                                |
| История, предмет и направления микробиологии   | 6                       | 2                  | 0                         | 0                         | 4                              |
| Прокариоты как главные объекты микробиологии. Морфологическое и структурное разнообразие микроорганизмов                               | 10                      | 4                  | 0                         | 0                         | 6                              |
| Проблемы систематики микроорганизмов   | 10                      | 4                  | 0                         | 0                         | 6                              |
| Типы питания прокариотов. Метаболизм микроорганизмов   | 18                      | 4                  | 0                         | 4                         | 10                             |
| Генетика микроорганизмов   | 20                      | 4                  | 0                         | 4                         | 12                             |
| Регуляция метаболизма  | 10                      | 2                  | 0                         | 0                         | 8                              |
| Экологические стрессы  | 10                      | 2                  |                           | 0                         | 8                              |
| Экология микроорганизмов   | 12                      | 0                  | 0                         | 2                         | 10                             |
| Культивирование и рост микроорганизмов. Онтогенез  | 14                      | 2                  | 0                         | 4                         | 8                              |
| Вирусы - источник генетического материала для эволюции. Бактериофаги   | 6                       | 0                  | 0                         | 2                         | 4                              |
| Низшие эукариоты и их биоразнообразие  | 12                      | 0                  | 0                         | 4                         | 8                              |
| Патогенные микроорганизмы. Проблемы антибиотикоустойчивости микроорганизмов и стратегия их преодоления. Биотерроризм и биобезопасность | 16                      | 0                  | 0                         | 4                         | 12                             |

#### 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; 1723), Р. Гуком (R. Нооке;1703), А. Кирхером (A. Kircher;1680), дальнейший прогресс микроскопической техники и описательный (начальный, морфологический) период в развитии микробиологии. Роль работ Л. Пастера (L. Pasteur; 1895) в развитии общей, медицинской, технической и сельскохозяйственной микробиологии. "Золотой век" микробиологии - работы Р. Коха (R. Koch;1910), М. Бейеринка (M.W. Beijerinck; 1931), И.И. Мечникова (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;1953), формирование экологического направления в изучении микроорганизмов. Значение работ М. Бейеринка, А. Клуйвера (A. Kluuver; 1956), К. ван Ниля (C. van Niel; 1985).

Развитие отечественной микробиологии. Работы русских ученых Л.С. Ценковского (1887), И.И. Мечникова, В.Л. Ивановского Д.И. (1920), Омелянского (1928), В.С. Буткевича (1942), Н.Ф. Гамалеи (1949), Г.А. Надсона (1939), Б.Л. Исаченко (1948), В.Н. Шапочникова (1968), Н.Д. Иерусалимского (1967), Н.А. Красильникова (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).

**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.

### **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. Серей (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 прокариот 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. Фингерпринтинг (типирование штаммов). 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 репликона. Движение клеток. Строение, расположение на клетке и функционирование бактериальных жгутиков. Движение спирохет 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 Грама. 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, фотоорганоавтотрофы, хемолитоавтотрофы, хемолитогетеротрофы, хемоорганоавтотрофы, хемоорганогетеротрофы. Прототрофы и ауксотрофы. Сапротрофы, комменсалы, 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.** Понятие онтогенеза у одноклеточного организма. Деление клетки, белки деления, формирование и регуляция сборки Z-кольца. Клеточная дифференциация. 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 подрачивания 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.

**Экологические стрессы.** 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). SOS-ответ. Молекулярные механизмы репарационных процессов. Значение репарации, физиологической адаптации и отбора устойчивых особей. Специфичность взаимодействия РНК-полимеразы с промоторами. Сигма-фактор РНК-полимеразы. Механизмы общего стрессорного ответа. Строгий ответ. Роль токсин-антитоксिनных модулей в адаптации к стрессу. Адаптация клетки к температурному, осмотическому, окислительному, радиационному стрессу, высокому содержанию солей и экстремальным рН.

**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 (молочнокислое, спиртовое, пропионовокислое, маслянокислое, 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. 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.

**Регуляция метаболизма.** Основные способы регуляции метаболизма. Быстрая и медленная регуляция. Индукция и репрессия. Негативная и позитивная индукция и репрессия, примеры. Лактозный оперон. Катаболитная репрессия. Феномен аттенуации. Регуляция активности ферментов. Ретроингибирование, кумулятивное ретроингибирование, ковалентная модификация ферментов, аллостерическая регуляция. Регуляторные РНК.

### **Генетика микроорганизмов**

Формы ДНК (A, B, Z). Хромосомы и плазмиды, различия, классификация плазмид. Гены (ортологи, паралоги, гены-сироты, криптические гены, псевдогены, взаимноперекрывающиеся гены). Мобильные элементы. Экспрессия генетического материала у прокариот. Репликация, транскрипция и трансляция. Наследственная и ненаследственная изменчивость. Мутационная природа изменчивости. Частота мутантов и типы мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенезы. Популяционная изменчивость. Обнаружение и селекция мутантов, использование их в научных и практических целях. Типы рекомбинации генетического материала у бактерий: конъюгация, трансформация и трансдукция.

Методы детекции и анализа мутаций. Идентификация реверсий типа замены пар оснований и сдвига рамки считывания. Рестрикция и модификация. 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;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 - "сообщество- 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**

Синэкология. Популяция, ассоциация, консорция, ценоз, экосистема. Понятие симбиоза. Классификация симбиозов. 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. Мультивидовые биопленки. Кворум-сенсинг и типы аутоиндукторов. 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. 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 аудиторные 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 лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

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 и учитываются при аттестации студента.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- 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;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. 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. В какие домены объединены прокариотические микроорганизмы?
11. Назовите черты сходства и различий архей и бактерий? Архей и эукариот?
12. Назовите принципиальные отличия клеточной организации эукариот и прокариот.
13. Проанализируйте различия в строении клеточных стенок грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов.
14. Какие клеточные стенки характерны для архей?
15. В чем сходство и различие в строении и функциях цитоплазматической мембраны (ЦПМ) и внешней мембраны грамотрицательных микроорганизмов?
16. Перечислите включения и запасные вещества, присущие микроорганизмам. Назовите их основные функции.
17. Назовите поверхностные структуры клеток микроорганизмов, ответственные за движение и прикрепление к субстрату. Какие еще функции могут выполнять эти структуры?
18. Почему покоящиеся формы прокариот обладают значительной устойчивостью во внешней среде?
19. Перечислите способы размножения у прокариот.
20. На какие группы подразделяются микроорганизмы по отношению к количеству и качеству питательного субстрата в среде обитания?
21. Назовите типы питания микроорганизмов. Сравните возможности микроорганизмов и высших организмов в этом отношении.
22. Назовите причины возникновения среди микроорганизмов множественной лекарственной устойчивости.
23. На какие группы делятся микроорганизмы по отношению к температурным пределам и чем они различаются между собой?
24. Чем обусловлено токсическое действие кислорода на микроорганизмы?
25. Назовите особенности галофильных микроорганизмов.
26. В чем отличие энергетики фототрофных и хемотрофных организмов?
27. Чем отличаются непрерывные культуры микроорганизмов, функционирующие в режиме хеостата и турбидостата.

28. Перечислите основные этапы катаболизма глюкозы у микроорганизмов. В чем особенности катаболизма анаэробных организмов?
29. Дайте определение процессу брожения. Перечислите наиболее известные виды брожения и группы микроорганизмов, их вызывающие.
30. Перечислите основные виды анаэробного дыхания и назовите микроорганизмы, способные осуществлять такой процесс?
31. Перечислите группы хемолитоавтотрофных микроорганизмов.
32. Сравните группы фототрофных микроорганизмов по организации фотосинтетического аппарата и метаболическим возможностям.
33. Возможно ли использование клеткой энергии, не связанной с переносом электрона (протона)?
34. Как поддерживаются в клетке условия, обеспечивающие ее жизнедеятельность?
35. Как зависит синтез фермента от внешних условий?
36. Как и когда в клетках микроорганизмов образуются запасные вещества?
37. Какое значение имеет процесс азотфиксации?
38. Назовите основные этапы синтеза биологических полимеров у микроорганизмов.
39. Каково значение процессов регуляции метаболизма в жизни клетки?
40. Перечислите основные способы регуляции микробного метаболизма.
41. Какой способ регуляции позволяет быстро менять путь метаболизма?
42. Что понимается под терминами "генотип" и "фенотип"?
43. Какие факторы вызывают мутации и в чем особенности фенотипического проявления мутаций у микроорганизмов?
44. Перечислите типы рекомбинации генетического материала у прокариот.
45. Каково значение отторжения чужеродной генетической информации для существования видов?
46. Охарактеризуйте биологические особенности строения вирусов.
47. Проанализируйте две стратегии репродукции бактериофагов.
48. Что понимается под термином "профаг"?
49. Назовите особенности индуцибельных и криптических профагов.
50. Назовите представителей промышленно используемых и патогенных бактерий, содержащих профаги.
51. Охарактеризуйте два типа трансдукции - общую и специализированную.
52. Перечислите основные биологические особенности низших эукариотов-протистов.
53. Проанализируйте роль низших эукариот в функционировании биосферы.
54. Назовите наиболее распространенные приемы и методы микологических исследований.
55. Перечислите основные методы исследования в экологии микроорганизмов.
56. Проанализируйте основные достоинства и недостатки известных методов определения количества клеток микроорганизмов.
57. Как идентифицировать почвенные бактерии без выделения в чистую лабораторную культуру, применяя молекулярные методы?
58. Назовите наиболее распространенные типы взаимоотношений микроорганизмов друг с другом. Приведите примеры синтрофных ассоциаций.
59. Опишите мутуалистические и паразитические симбиозы с участием микроорганизмов.
60. Опишите роль гетеротрофов и автотрофов в каждом из основных циклов элементов (углерода, азота, серы) на Земле.
61. Что обозначают термины "паразитизм" и "патогенность" микроорганизмов?
62. Назовите причины возникновения среди микроорганизмов множественной лекарственной устойчивости.
63. Опишите феномен некультивируемого состояния бактерий в качестве адаптивной стратегии выживания патогенных микроорганизмов во внешней среде.
64. Охарактеризуйте методы детоксикации патогенов.

65. Дефиниция понятий "биологическая угроза", "биобезопасность", "биотерроризм", "агротерроризм".
66. Опишите типы клеточной дифференциации у бактерий, приведите примеры.
67. Механизм споруляции у бактерий, причины возникновения метаболически неактивных дифференцированных форм.
68. Дать определение понятию "биопленка микроорганизмов", назвать этапы формирования биопленок.
69. Назовите примеры мультивидовых биопленок в окружающей среде
70. Что такое система кворум-сенсинга у микроорганизмов, назовите типы аутоиндукторов.
71. Дайте определение понятия симбиоз, приведите примеры из мира микроорганизмов
72. Дайте классификацию симбиозов, приведите примеры
73. Какие формы ДНК могут быть в клетке, с чем это связано?
74. Перечислите и дайте краткую характеристику процессам экспрессии генетического материала в клетке.
75. Охарактеризуйте ДНК-зависимую РНК-полимеразу: функции, субъединичный состав, роль сигма-субъединицы в процессе транскрипции.
76. Какие виды стрессовых ответов клетки вы знаете?
77. Опишите механизм стрессового ответа клетки на воздействие неоптимальной температуры, роль белков-шаперонов в защите клетки от теплового шока
78. Опишите механизм ответа клетки на осмотический шок
79. Назовите основные механизмы устойчивости клеток к неоптимальным рН окружающей среды.
80. Что такое окислительный стресс, чем он вызывается, каковы механизмы ответа клетки на этот вид стресса?
81. Каковы основные механизмы радиорезистентности микроорганизмов, устойчивых к повышенным дозам радиации?
82. Что такое строгий ответ клетки на стресс, чем он опосредован?
83. Какова роль запасных внеклеточных веществ клетки
84. Каким образом происходит регуляция катаболизма и анаболизма?
85. Какие бывают типы индукции и репрессии?
86. В чем смысл феномена аттенуации в регуляции на примере биосинтеза триптофана
87. Понятие катаболитной репрессии, функционирование лактозного оперона
88. В чем заключается регуляция активности ферментов, какие есть типы регуляции, примеры
89. Организация генетического материала у прокариот, отличия плазмид от хромосом
90. Каким образом можно классифицировать плазмиды?
91. Какие бывают гены?
92. Смысл систем рестрикции и модификации ДНК в клетке
93. Опишите механизм действия АТФ-синтетазы
94. Какие бывают виды транспорта веществ через цитоплазматическую мембрану клетки
95. Какие бывают типы таксисов у бактерий
96. Какие бывают типы подвижности у прокариотов
97. Назовите причины, по которым АТФ стала энергетической валютой клетки?
98. Что такое энергетический заряд клетки?

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Ившина И. Б. Большой практикум "Микробиология": учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 020400.62 "Биология" (профиль "Микробиология")/И.

Б. Ившина.-Санкт- Петербург:Проспект науки,2014, ISBN 978-5-903090-97-6.-112,- Библиогр.: с. 92-94.

**Дополнительная:**

1. Уилсон К., Уолкер Д. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии: [пер. с англ]/ К. Уилсон, Д. Уолкер. -2-е изд.-Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2015. -848с.
2. Пиневиц А.В. Микробиология. Учебник в 3-х томах. Изд-во СПбУ, 2009.455 с.

## 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: Электронно-библиотечная система IPRbooks ELiS - электронная библиотека Библиотека БиблиоТех

Полнотекстовые книги и журналы, базы данных, реферативные и информационные ресурсы National Center for Biotechnology Information

<http://lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0130:article> **История развития микробиологии**

[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.**

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

Лекционный зал, оборудованный интерактивной и обычной досками, мультимедийным проекционным оборудованием EPSON EMP – TW10 и EPSON H391B.

Оборудование в лабораториях:

- Атомно-абсорбционный пламенно-эмиссионный програм.-управл.спектрофотометр
- Газовый хроматограф GC-2014
- Лабор. установка для измерения наноразмерных частиц на базе анализатора Malvern
- Хромато-масс-спектрометрическая система
- Низкотемпературный морозильник
- Жидкостной хроматограф LC-20
- Амплификатор градиен. с блок.в копл:пробир,стрипы,планш.
- Микроскоп оптический лабораторный "Аксиостар" 3 шт.

- Микроскоп тринокулярный МС-400
- Респирометр замкнутого цикла для автоматиз.измер.уров. потребл.кислор.и выдел.уг
- Система ввода изображения "Видео-Тест-Размер"
- Спектрофотометр
- Ферментер ВЛС 2 шт.
- Флуоресцентный блок
- Фотометр планшетный Мультискан Асцент без фильтр. и прогр. обеспеч.
- Холодильник мед.вертикальный 382 л tc-86/в комплекте/
- Автоклавируемый ферментер и биореактор
- Амплификат.с многоур.контр.темпер.в компл.с градиен.набор./
- Гель-документир.сист.(BioRad) в компл.с управ.комп.и принте
- Многофункцион.микропланшетный ридер INFINITE M200
- Спектрофотометр UV-1650PC в компл. с термостатир.ячейкой и кюветами кварцев.
- Трансиллюминатор MACROVUE UV-25
- УОС-99-01ламинарный бокс "САМПО" (ВЛ-12-1000)
- Ультразвуковой процессор с таймер.и режим. пульсации+зонд супенчатый 2мм для обр
- Высокоэффективный жидкостной хроматограф LC-20 AD в комплекте
- Цифровой спектрофотометр PD-303UV
- Микровизор mVizo-103
- Комплект для прямого копирования PhotoMan
- Микроплан.спектрофот.б/темп.контр.в компл.с ПО Benchmark Plu
- Сист.аналит.жидк.хроматограф.для идентиф.и очист.белков и пептидов/колон.,коллек
- Спектрофотометр UV-1700 в компл. фирмы Шимадзу
- Жидкостный сцинтиляционный счетчик
- Низкотемпературный морозильник
- Амплификат.с многоур.контр.темпер.в компл.с градиен.набор./
- Ячейка электрофореза,16см,20 лунок,1ммтолщ.геля(BioRad)
- Спектрофотометр UV-mini-1240
- Устр.компьютер.4-х канал.д/обнаруж.в реж.реальн.врем.флуоресцент.детекц.специф.п
- Bio-Rad Laboratories для проведения ПЦР с детекцией э/форезом
- Жидкостной хроматограф LC-20AD
- Спектрофотом. BioSpec-Mini в компл.с 1-позиц.держат.кювет на 10мм,каб
- Камера д/провед.пульс-электрофор.с охлаж.модулем
- Автоклавируемый ферментер и биореактор
- Газовый хроматограф GC-2014
- Жидкостной хроматограф высокого давления
- Градиентн. амплификатор на 2 смен.блока с 2 блок.96\*0,2 мл
- Микроскоп лабораторный "Лейка"
- Оборудование для анализа ДНК
- Спектрофотометр Ultrospec 3300 pro
- Установка для амплификации и электрофореза нуклеиновых кислот
- Установка для секвенирования ДНК модель MEGA BASE в комплекте
- Сканирующий кюветный спектрофотометр SmartSpec Plus
- Автоклавируемый ферментер и биореактор
- Анализатор иммуноферментных реакций АИФР-01 УНИПЛАН



- Двухлучевой спектрофотометр модель UV-1650(PC) в компл. с програм.обеспечением,
- Сканирующая спектрофотометр в комп: кварц. спектр. кювета.
- Жидкостной хроматограф LC-20
- Лабораторная установка для ПЦР в реальном времени
- Микроскоп LEICA DM 2000 в комплекте
- Спектрофлуориметр RF-1501
- Планшетный спектрофотометр xMark(BioRad) 200-1000 нм
- Ультразвуковой процессор с таймер.и режим. пульсации+зонд супенчатый 2мм.

## 10. Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Микробиология

Вид мероприятия промежуточной аттестации : **Зачет**

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

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации : 2 часа

### Показатели оценивания

|  |                      |
|--|----------------------|
| Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины. Отсутствие умений. Отсутствие навыков.   | Неудовлетворительно  |
| 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.  | Не удовлетворительно |
| В целом сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области микробиологии, однако содержащие 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. В целом успешное, с отдельными несущественными недостатками, применение методов теоретического анализа научных положений микробиологии. | Хорошо               |