

*Приложение 6*  
**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом ФИЦ КазНЦ РАН  
17.04.2019 № 16-А

Разработано и рекомендовано к утверждению  
Ученым советом КИББ –  
обособленного структурного подразделения  
ФИЦ КазНЦ РАН  
«26» марта 2019 г., протокол № 2

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**  
по дисциплине  
**«Микробиология»**

Уровень высшего образования  
Подготовка кадров высшей квалификации  
Направление подготовки

**06.06.01 БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Направленность подготовки:

03.02.03 – Микробиология

Квалификация выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

## **1. Введение**

Кандидатский экзамен по дисциплине «Микробиология» является формой промежуточной аттестации аспирантов, обучающихся по направлению 06.06.01 Биологические науки, направленность подготовки Микробиология.

В ходе экзамена оценивается степень овладения аспирантами следующих компетенций

### **1.1 Универсальные компетенции:**

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

### **1.2 Общепрофессиональные компетенции:**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3).

### **1.3 Профессиональные компетенции:**

- способность собирать и анализировать мировые научные знания в области современной биологии и биотехнологии, формулировать направления самостоятельных исследований (ПК-1);
- владение основами современных методов исследований в биологии (ПК-2);
- способность обобщать и анализировать полученные результаты и представлять их в виде научных публикаций (ПК-3).

Настоящая программа разработана на основе программы, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации (Приказ Минобрнауки РФ от 08.10.2007 № 274 «Об утверждении программ кандидатских экзаменов»).

Программа базируется на основополагающих разделах микробиологии, включая: систематику микроорганизмов; морфология; строение и развитие микроорганизмов; культивирование и рост; действие физических и химических факторов; питание и метаболизм; наследственность и изменчивость; микроорганизмы в природе, хозяйственной деятельности и медицине.

Кандидатский экзамен по микробиологии проводится в устной форме по вопросам программы, на экзамене предлагается три вопроса (без билетов). После устного ответа могут заданы дополнительные и уточняющие вопросы, не выходящие за пределы программы кандидатского экзамена.

## ***2. Программа кандидатского экзамена***

### **2.1. Возникновение и развитие микробиологии**

Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микроорганизмов в природных процессах, в народном хозяйстве и здравоохранении.

История микробиологии. Открытие микроорганизмов. Значение работ Л. Пастера, Р. Коха, С.Н. Виноградского, Д.И. Ивановского, М. Бейеринка, А. Клейвера, А. Флеминга. Развитие отечественной микробиологии. Главные направления развития современной микробиологии. Основные методы микробиологических исследований.

### **2.2. Систематика микроорганизмов**

Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, сходство и основные различия. Принципы классификации прокариотных и эукариотных микроорганизмов. Правила номенклатуры и идентификации. Методы классификации на основе определения последовательности 16S р РНК и ДНК-ДНК гибридизации. Применение нуклеиновых микрочипов для систематики микроорганизмов. Характеристика отдельных групп бактерий, архей и эукарий.

### **2.3. Морфология, строение и развитие микроорганизмов**

Микроскопические методы изучения микроорганизмов. Исследования живых и фиксированных объектов. Прокариотные микроорганизмы. Одноклеточные, многоклеточные бактерии, размеры и морфология бактерий. Строение, химический состав и функции отдельных компонентов клеток. Слизистые слои, S-слои, капсулы и чехлы. Строение клеточных стенок Грам- положительных и Грам- отрицательных бактерий. L-формы и микоплазмы. Жгутики и пили, расположение, организация, механизм действия. Движения скользящих форм. Реакции таксиса. Клеточная мембрана и внутриклеточные мембранные структуры. Ядерный аппарат, рибосомы. Газовые вакуоли, запасные вещества и другие внутриклеточные включения. Способы размножения, дифференцировка, эндоспоры и другие покоящиеся формы. Особенности состава и организация клеток архей.

Эукариоты. Морфология дрожжей, мицелиальных грибов, микроформ водорослей, простейших. Химический состав и функции отдельных компонентов клетки. Циклы развития и размножение.

### **2.4. Культивирование и рост**

Накопительные и чистые культуры. Основные типы сред. Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов, метод Хангейта. Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Сбалансированный и несбалансированный рост. Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент. Закономерности роста чистых культур

при периодическом выращивании. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Синхронные культуры, способы получения и значение.

### 2.5. Действие физических и химических факторов

Радиация, характер ее действия на микроорганизмы. Фотореактивация и темновая репарация. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Психрофилы, мезофилы и термофилы. Механизмы, позволяющие микробам жить при экстремальных температурах. Барофилы. Устойчивость микроорганизмов к высушиванию. Рост микроорганизмов в зависимости от активности воды ( $a_w$ ). Особенности осмофилов и галофилов. Механизмы устойчивости к осмотическому стрессу. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы. Возможные причины ингибирующего действия кислородного стресса на микроорганизмы. Ацидозы, нейтрофилы и алкалофилы. Природа антимикробных веществ и области их применения. Мутагены, механизмы их действия и устойчивости к ним.

### 2.6. Питание

Основные биоэлементы и микроэлементы, типы питания микроорганизмов. Фототрофия и хемотрофия, автотрофия и гетеротрофия, литотрофия и органотрофия. Сапрофиты и паразиты. Прототрофы и ауксотрофы. Ростовые вещества. Диффузия и транспорт. Использование микроорганизмами высокомолекулярных соединений и веществ, нерастворимых в воде. Эндо- и экзоцитоз у эукариот. Соединения углерода и азота, используемые микроорганизмами. Азотфиксация. Способность микроорганизмов использовать разные соединения серы и фосфора. Потребность в железе, магнии и других элементах.

### 2.7. Метаболизм

Энергетические процессы. Способы обеспечения энергией. Фотосинтез и хемосинтез. Переносчики электронов и электронтранспортные системы, их способности у разных микроорганизмов. Молочнокислородное гомо- и гетероферментативное брожение, пропионовокислородное, маслянокислородное, ацетонбутиловое, спиртовое и другие брожения. Формы участия молекулярного кислорода в окислении разных субстратов. Полное и неполное окисление. Роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла. Краткая характеристика важнейших микроорганизмов, участвующих в аэробном окислении белков, углеводов, углеводородов и других многоуглеродных веществ. Микроорганизмы - метилотрофы. Светящиеся бактерии. Окисление неорганических соединений: группы хемолитотрофных бактерий и осуществляемые ими процессы. Анаэробные дыхания. Доноры и акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании. Диссимиляционная нитратредукция и денитрификация. Сульфат- и серу-редукторы. Метаногены, их особенности. Ацетогены. Путь Вуда-Льюнгдала. Фототрофные прокариотные и эукариотные

микроорганизмы. Состав, организация и функции их фотосинтезирующего аппарата. Фотосинтез с выделением и без выделения молекулярного кислорода. Использование световой энергии галоархеями. Биосинтетические процессы, ассимиляция углекислоты. Рибулозобисфосфатный цикл, ассимиляция формальдегида метилтрофами. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта. Ассимиляционная нитратредукция, фиксация молекулярного азота. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Пути ассимиляции аммония. Ассимиляционная сульфатредукция. Синтез основных биополимеров, биосинтез порфириновых соединений, вторичные метаболиты.

Биохимические основы и уровни регуляции метаболизма, регуляция синтеза ферментов. Индукция и репрессия. Регуляция активности ферментов, аллостерические ферменты и эффекторы, ковалентная модификация ферментов, аденилатный контроль и энергетический заряд клетки.

### 2.8. Наследственность и изменчивость

Наследственная и ненаследственная изменчивость, мутационная природа изменчивости. Частота мутантов и типы мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Популяционная изменчивость, селекция различных мутантов. Применение мутантов микроорганизмов. Трансформация, трансдукция, конъюгация, рекомбинация и генетический анализ у фагов. Плазмиды, транспозоны, использование вирусов и плазмид в генетической инженерии. Рекомбинация у эукариот, половой и парасексуальный процессы, цитоплазматическая наследственность.

### 2.9. Микроорганизмы в природе

Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах, взаимосвязь циклов. Роль физиологических групп микроорганизмов в катализе этапов циклов. Ведущая роль цикла углерода, продукция и деструкция в цикле органического углерода, связь с циклом неорганического углерода и циклом кислорода. Цикл азота, группы организмов, участвующие в нем. Цикл серы: серобактерии и сульфидогены. Цикл железа. Самоочищение водотоков. Очистные сооружения и микробные сообщества в них. Морская микробиология. Сообщества микроорганизмов, трофические связи в сообществах. Анаэробное сообщество как модель трофических связей, межвидовой перенос водорода и формиата, синтрофия. Первичные анаэробы и вторичные анаэробы. Экология микроорганизмов, формирование состава атмосферы. Парниковые газы, метаногенез, бактериальный газовый фильтр. Водная микробиология, озеро как модель водной экосистемы. Циклы веществ в водоемах. Геологическая микробиология, роль микроорганизмов в выщелачивании пород и формировании коры выветривания. Цикл кальция и карбонатов, рудообразование. Почвенная микробиология, структура почвы и характерные условия обитания микроорганизмов в почве. Влажность и почвенный воздух, связь микроорганизмов с

растениями, ризосфера. Роль мицелиальных организмов в почве, микориза, гумусообразование. Роль микроорганизмов в формировании характерных типов почв, самоочищение почвы. Палеобактериология и эволюция биосферы в докембрии, реликтовые сообщества. Филогения микроорганизмов, основанная на изучении последовательностей 16 S рРНК, симбиогенез.

### 2.10. Микроорганизмы в хозяйственной деятельности и медицине

Использование микроорганизмов для получения пищевых и кормовых продуктов, химических реактивов и лекарственных препаратов. Применение в сельском хозяйстве, при выщелачивании металлов из руд, очистке стоков и получении топлив.

## 3. Литература

### 3.1. Основная литература

1. Захарова, Н. Г. Микробиология в определениях и иллюстрациях [Текст] / Н. Г. Захарова, В. И. Вершинина, О. Н. Ильинская ; Акад. наук Респ. Татарстан, Отделение мед. и биол. наук . – Казань: Фэн : Академия наук РТ, 2012 . – 798 с. (40 экз.)

2. Красноперова, Ю.Ю. Микробиология [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Ю. Ю. Красноперова, Н. А. Ильина, Н. М. Касаткина, Н. В. Бугеро. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2011. – 143 с. ЭБС «Знаниум». - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=455830>

3. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: учебник. В 2-х томах. Том 1. [Электронный ресурс] / Под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко. 2010. - 448 с. ЭБС «Консультант студента». - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970414187.html>

Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: учебник. В 2-х томах [Электронный ресурс] / Под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко. 2013. - Т.2 - 480 с. ЭБС «Консультант студента». - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970425855.html>

### 3.2. Дополнительная литература

1. Джей, Д.М. Современная пищевая микробиология [Текст] / Д.М. Джей, М.Д. Лёсснер, Д.А. Гольден; [пер. с англ. Е.А. Барановой и др.]. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 887 с. (30 экз.)

2. Молекулярная биология [Электронный ресурс] / Российская Академия наук; РАН. Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта. – М. : Наука - Режим доступа: <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7903> (полнотекстовый доступ для журналов 2012–2013)

3. Микробиология [Электронный ресурс]/ М.: Наука - Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1012638> (полнотекстовый доступ для журналов 2012–2013)

4. Маннапова, Р.Т. Микробиология и иммунология. Практикум : учебное пособие[Электронный ресурс] / Р. Т. Маннапова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 544 с. ЭБС «Консультант студента». - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970427507.html>

#### *4. Электронные ресурсы*

1. Электронная платформа «Лань» - <https://e.lanbook.com>
2. Электронная платформа издательства WILEY-BLACWALL - <http://www.interscience.wiley.com>
3. Электронная платформа издательства SPRINGER - <http://www.springerlink.com>
4. Платформа научной электронной библиотеки e-Library.ru - <http://www.elibrary.ru>
5. Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.sciencedirect.com>
6. Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.scopus.com>  
(Реферативно-поисковая база данных Scopus)

### 5. Критерии оценки

<b>Отлично</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Все вопросы раскрыты полностью;</li> <li>– Обучающийся владеет основными теориями и глубоко понимает их содержание;</li> <li>– Имеет ясное представление связи теории и практики в рамках излагаемого материала;</li> <li>– Уверенно владеет необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами;</li> <li>– Ясно и четко дает основные определения. Владеет терминологическим и понятийным аппаратом;</li> <li>– Развернуто отвечает на дополнительные вопросы.</li> </ul>
<b>Хорошо</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вопросы раскрыты по существу;</li> <li>– Обучающийся в целом владеет основными теориями и понимает их содержание;</li> <li>– Имеет общее представление о связи теории и практики в рамках излагаемого материала;</li> <li>– Владеет в целом необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами;</li> <li>– В достаточной мере владеет понятийным и терминологическим аппаратом;</li> <li>– Имеет затруднения при ответе на дополнительные вопросы.</li> </ul>
<b>Удовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вопросы раскрыты, но не полностью;</li> <li>– Слабое понимание связи теории и практики;</li> <li>– Обучающийся может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, но имеет затруднения при решении некоторых задач;</li> <li>– Обучающийся не демонстрирует уверенного владения понятийным и терминологическим аппаратом;</li> <li>– Дополнительные вопросы вызывают затруднение.</li> </ul>
<b>Неудовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Большая часть вопросов не раскрыта;</li> <li>– Обучающийся не может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, не может применить теорию при решении конкретных задач;</li> <li>– Нет ответов на дополнительные вопросы.</li> </ul>