

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт фундаментальной медицины и биологии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Функциональная анатомия микробной клетки Б1.В.ДВ.4

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Микробиология и вирусология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Яруллина Д.Р.

Рецензент(ы):

Ильинская О.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Ильинская О. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Яруллина Д.Р. кафедра микробиологии ИФМиБ отделение фундаментальной медицины, kasfes@gmail.com

1. Цели освоения дисциплины

Целью курса "Функциональная анатомия микробной клетки" является знакомство магистрантов с последними достижениями в области макромолекулярной организации клеточных структур микроорганизмов и их функциональным значением. Строение микробных клеток рассмотрено с позиций их функционального значения. Основное внимание курса сосредоточено на исследованиях внутриклеточных и поверхностных структур прокариот. Рассматриваются вопросы, связанные с биохимическим составом и макромолекулярной организацией капсул, жгутиков, фимбрий и других специфических для прокариот структур. Сопоставляется строение клеточных стенок бактерий, архей, дрожжевых клеток и грибов. Приводятся сравнительные данные по строению бактериального генома и его отличию от ядерного аппарата эукариот. Изучаются вопросы, связанные с организацией дыхательного и белоксинтезирующего аппарата бактериальных клеток. Исследуются процессы транспорта веществ и транслокации белковых молекул через мембрану. Анализируются теоретические основы роста, размножения и дифференциации микроорганизмов.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 06.04.01 Биология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина базируется на знаниях, приобретенных бакалаврами при изучении общей микробиологии, цитологии микроорганизмов, биохимии, молекулярной биологии, цитологии, физиологии растений, генетики и др. При прохождении дисциплины у магистрантов закладываются базовые знания для глубокого усвоения специальных дисциплин: "Медицинская микробиология", "Иммунология", "Генетика микроорганизмов", "Санитарная и пищевая микробиология", "Генная инженерия", "Биомембраны" и др. Приобретение фундаментальных знаний по дисциплине "Функциональная анатомия микробной клетки" является важным компонентом целостного естественнонаучного мировоззрения микробиолога. Эта дисциплина определяет важную связь между всеми дисциплинами магистерской программы подготовки в магистратуре "Микробиология и вирусология" по направлению 06.04.01 - "Биология".

Полученные знания по дисциплине необходимы обучающимся при подготовке, выполнении и защите магистерской диссертации, а также и при решении научно-исследовательских и производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	понимает современные проблемы биологии и использует фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач
ПК-1 (профессиональные компетенции)	понимает современные проблемы биологии и использует фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	понимает современные проблемы биологии и использует фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	знает и использует основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способен к системному мышлению
ПК-2 (профессиональные компетенции)	знает и использует основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способен к системному мышлению
ПК-2 (профессиональные компетенции)	знает и использует основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способен к системному мышлению

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- как устроена и функционирует микробная клетка, а также что происходит с клеткой и ее отдельными компонентами при росте, размножении и морфологической дифференцировке.

2. должен уметь:

- применять знания о строении и функциях микробных клеток при решении научно-исследовательских и производственно-технологических задач в профессиональной деятельности.

3. должен владеть:

- современными знаниями о строении и функциях компонентов клеток прокариот и эукариот, связи структурных компонентов клеток с их функциями, а также процессах роста, размножения и дифференциации микроорганизмов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- применять знания о строении и функциях микробных клеток при решении научно-исследовательских и производственно-технологических задач в профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет с оценкой в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Важнейшие свойства микроорганизмов, их признаки и разнообразие. Морфология микроорганизмов.	3		2	2	0	реферат
2.	Тема 2. Поверхностные структуры микробных клеток.	3		2	4	0	коллоквиум коллоквиум
3.	Тема 3. Структурная и функциональная организация клеточных компонентов, ответственных за движение бактерий. Виды движения микроорганизмов. Механизмы движения.	3		0	4	0	коллоквиум контрольная работа
4.	Тема 4. Цитоплазматическая мембрана: особенности строения и функции. Транспортная функция мембран. Энергетическая функция (мембранное фосфорилирование).	3		2	4	0	коллоквиум коллоквиум
5.	Тема 5. Белоксинтезирующий аппарат бактериальной клетки.	3		2	0	0	
6.	Тема 6. Характеристика цитоплазматического компартмента прокариот.	3		0	4	0	коллоквиум контрольная работа
7.	Тема 7. Генетический аппарат прокариот и его функционирование	3		2	6	0	коллоквиум коллоквиум контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Рост, размножение и клеточная дифференцировка прокариот. Специализированные покоящиеся формы и дифференцированные формы, специализированные на выполнении определенных функций.	3		0	4	0	коллоквиум реферат
	Итого			10	28	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Важнейшие свойства микроорганизмов, их признаки и разнообразие.

Морфология микроорганизмов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Важнейшие свойства микроорганизмов, их признаки и разнообразие. Морфология микроорганизмов. Общее представление о строении микробной клетки Разнообразие микроорганизмов. Бактерии, археи, вирусы. Важнейшие свойства и признаки микроорганизмов. Многообразие мест обитания микроорганизмов. Морфология микроорганизмов. Формы и размеры бактериальной клетки. Одноклеточность - основная форма организации микробов. Диапазон размеров микроорганизмов (?карликовость? и ?гигантизм? прокариотов). Обоснование минимальных клеточных размеров свободноживущих микроорганизмов. Связь между величиной объекта и его структурной сложностью в мире микробов. Соотношение между клеточной поверхностью и объемом как возможная причина ограничения верхнего предела размеров микроорганизмов. Строение микробной клетки. Отличия строения клетки прокариот и эукариот. Основные черты строения прокариотной клетки. Химический состав клетки. Обязательные и переменные структуры клетки.

Важнейшие свойства микроорганизмов, их признаки и разнообразие. Морфология микроорганизмов. Общее представление о строении микробной клетки Разнообразие микроорганизмов. Бактерии, археи, вирусы. Важнейшие свойства и признаки микроорганизмов. Многообразие мест обитания микроорганизмов. Морфология микроорганизмов. Формы и размеры бактериальной клетки. Одноклеточность - основная форма организации микробов. Диапазон размеров микроорганизмов (?карликовость? и ?гигантизм? прокариотов). Обоснование минимальных клеточных размеров свободноживущих микроорганизмов. Связь между величиной объекта и его структурной сложностью в мире микробов. Соотношение между клеточной поверхностью и объемом как возможная причина ограничения верхнего предела размеров микроорганизмов. Строение микробной клетки. Отличия строения клетки прокариот и эукариот. Основные черты строения прокариотной клетки. Химический состав клетки. Обязательные и переменные структуры клетки.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Коллоквиум 1: Знакомство со структурным и биохимическим многообразием мира прокариот. Общая характеристика отдельных представителей микромира. Защита рефератов и просмотр мультимедийного материала, характеризующего отдельные группы прокариот: планктомицетов, риккетсий и хламидий, микоплазм, архей, почкующихся и стебельковых бактерий, скользящих бактерий и др.

Тема 2. Поверхностные структуры микробных клеток.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Общая характеристика поверхностных структур микробных клеток. Клеточная стенка: химический состав и структура, биосинтез, функции. Строение и функции отдельных компонентов клеточной стенки: муреина, тейхоевых кислот, липополисахаридов и липопротеинов. Влияние условий культивирования на развитие клеточной стенки. Синтез компонентов клеточных стенок бактерий. Протопласты, сферопласты, L-формы.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Коллоквиум 2: S-слои бактерий: строение, химический состав, свойства, функции и практическое значение. Специализированные компартменты (микрокомпартменты, придаточные структуры клетки). Слизистые слои, капсулы и чехлы: распространенность, химический состав, строение, функции. Практическое значение экзополисахаридов, слизистых слоев и капсул бактерий в медицине и народном хозяйстве. Методы выявления капсул бактерий. Поверхностные органеллы: шипы, целлюлосомы, экстрацеллюлярные газовые баллоны. Фимбрии (пили, ворсинки): распространенность, классификация (виды), строение, функции. Коллоквиум 3: Организация поверхностных структур у архей. Отличительные особенности клеточных стенок архей (псевдомуреиновые, гетерополисахаридные, гликопротеиновые и белковые). Другие группы прокариот с особенностями строения клеточных стенок и других поверхностных структур клеток. Поверхностные структуры дрожжей и мицелиальных грибов.

Тема 3. Структурная и функциональная организация клеточных компонентов, ответственных за движение бактерий. Виды движения микроорганизмов. Механизмы движения.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Коллоквиум 4: Движение бактерий Основные типы движения. Жгутики бактерий, их число и расположение. Биохимическое строение и макроорганизация жгутиков. Иммунологические свойства. Генетика, механические свойства флагеллярного мотора бактерий. Движение при помощи жгутиков. Таксисы клеток. Молекулярный механизм хемотаксиса грамотрицательных бактерий, имеющих жгутики. Движение спирохет. Скользящий и вращательный типы движения. Флексирующее движение. Плавание и роение. Подтягивающий тип движения и его значение для формирования биопленок. Пили IV типа. Движение по типу скольжения. Разнообразие механизмов скольжения у разных таксономических групп бактерий. Движение миксобактерий: А-движение, S-движение. Примитивные формы межклеточного матрикса и контактной ориентировки у миксобактерий. Межклеточная сигнализация при движении миксобактерий. Механизм скольжения трихомных цианобактерий. Движение патогенных бактерий внутри клеток макроорганизма хозяина, основанное на актине. Методы выявления подвижности бактерий. Практическое занятие 5: Контрольная работа по теме: Поверхностные структуры микробной клетки и их функции.

Тема 4. Цитоплазматическая мембрана: особенности строения и функции. Транспортная функция мембран. Энергетическая функция (мембранное фосфорилирование).

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Элементарная мембрана, ее химический состав и макромолекулярная организация. Особенности строения мембран бактерий и архей. Функции отдельных компонентов мембраны. Основные свойства биомембран. Наружная мембрана, цитоплазматическая мембрана и внутрицитоплазматические мембраны: распространенность и функции. Мембранные образования: мезосомы, хромосомы. Квази-эукариотизм. Компартментализация у прокариот. Функции мембранных образований. Участие цитоплазматической мембраны прокариот в различных метаболических процессах.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Коллоквиум 6: Транспортная функция мембран. Свойство полупроницаемости (избирательной проницаемости) мембран. Активный и пассивный виды транспорта. Диффузия простая и облегченная. Первичный и вторичный транспорт. Антипорт, унипорт и симпорт. Модификация переносимого субстрата в процессе транслокации групп. Транслокация белковых молекул. Секреция белков бактериями. Роль в бактериальном патогенезе и симбиогенезе. Современные представления о молекулярных механизмах, биологическом и практическом значении секреции белков через цитоплазматическую мембрану бактерий. Коллоквиум 7: Энергетическая функция мембран (Мембранное фосфорилирование). Общая характеристика энергетических процессов: транспорт электронов, доноры и акцепторы электронов, виды энергетического метаболизма прокариот, АТФ как универсальная форма химической энергии в клетке. Разновидности мембранного фосфорилирования. Окислительное фосфорилирование. Усовершенствование путей извлечения энергии из органических субстратов. Дальнейшая деградация молекулы пирувата до ацетил-КоА. Полное окисление ацетил-КоА в ЦТК. Поступление водорода в дыхательную цепь. Основные переносчики водорода (электронов) в дыхательной цепи. Особенности дыхательных цепей прокариот. Запасание энергии в молекулах АТФ по механизму окислительного фосфорилирования. АТФазный комплекс. Число фосфорилирований в дыхательных цепях бактерий. Дыхательные цепи, в которых энергетическим субстратом служат органические (хемоорганотрофные бактерии) и неорганические (хемолитотрофные бактерии) соединения. Образование "ассимиляционной силы" в процессах дыхания. Образование восстановителя хемолитоавтотрофными бактериями. Обратный транспорт электронов. Группы хемоорганотрофных бактерий: метилотрофы, уксуснокислые, аммонифицирующие, целлюлозоразрушающие, денитрифицирующие бактерии. Экзотические формы жизни: железобактерии, нитрифицирующие, водородные, тионовые бактерии. Замена O₂ в качестве конечного акцептора электронов рядом окисленных органических и неорганических соединений (анаэробное дыхание). Типы анаэробного дыхания у прокариот. Фотофосфорилирование. Фотосинтезирующий аппарат бактерий и архей. Фотосинтезирующие бактерии: *Anoxyphotobacteria* (пурпурные и зеленые бактерии) и *Oxyphotobacteria* (цианобактерии). Фотосинтезирующие археобактерии (экстремальные галофилы). Фотосинтез бактерий. Фотосинтетические пигменты (хлорофиллы, бактериохлорофиллы, фикобилипротеины, каротиноиды, бактериородопсин). Пигменты антенны и реакционного центра. Фотофизические и химические процессы фотосинтеза. Пути электронного транспорта (циклический, нециклический). Образование восстановителя. Природа экзогенных доноров электронов при фотосинтезе (восстановленные соединения серы, органические вещества, молекулярный водород и др.). Вода как экзогенный донор электронов. Многовариантность бактериального фотосинтеза.

Тема 5. Белоксинтезирующий аппарат бактериальной клетки.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Белоксинтезирующий аппарат бактериальной клетки Рибосомы, как функциональные нуклеопротеиды. Размеры и морфология рибосом. Структура и состав рибосом. Рибосомальные РНК и белки малой и большой субъединиц. Формирование рибосом в клетке. Общие представления о функции рибосом в клетке. Особенности строения рибосом архей. Белоксинтезирующий аппарат бактериальной клетки. Основные его компоненты. Стадии трансляции. Белковые факторы инициации, элонгации и терминации трансляции. Регуляция трансляции. Синтез белков в бесклеточной системе.

Тема 6. Характеристика цитоплазматического компартмента прокариот.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Коллоквиум 8: Цитоплазматический компартмент. Пространственная организация цитоплазматического компартмента. Цитоплазма и внутрицитоплазматические включения. Состав и основные функции цитоплазмы. Роль и распространение внутрицитоплазматических включений у бактерий. Фикобилисомы, хлоросомы, карбоксисомы. Включения, имеющие приспособительное значение: аэросомы и магнетосомы. Запасные вещества микробных клеток: полифосфаты, полисахариды, липиды, полипептиды, сера. Редкие включения: кристаллы мела, параспоральные кристаллы. R-рефрактивные тельца. Практическое занятие 9: Контрольная работа по теме: Метаболический аппарат микробной клетки.

Тема 7. Генетический аппарат прокариот и его функционирование

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Генетический аппарат прокариот и его функционирование. Организация генетического аппарата бактерий. ДНК как носитель всей генетической информации. Хромосома бактерий. Форма, копияность и партитность бактериальной хромосомы. Строение нуклеоида. Белки генома бактериальных клеток, их стабилизирующая роль в организации нуклеоида. Связь нуклеоида с цитоплазматической мембраной и ее производными. Хромосома архей. Размеры прокариотических геномов. Нехромосомные генетические элементы (плазмиды), их организация, номенклатура, виды, биологический и эволюционный смысл.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Коллоквиум 10: Перенос генетического материала с помощью плазмид. Возможности "горизонтального" переноса генов с участием плазмид. Высокая изменчивость прокариот. Механизмы изменчивости прокариот: мутации и рекомбинации (конъюгация, трансформация, трансдукция). Типы мутаций и их проявление в клетке. Доказательство ненаправленного характера мутаций. Особенности процессов конъюгации у прокариот. Коллоквиум 11: Репликация ДНК. Основные ферменты, ответственные за репликацию. Механизмы репликации бактериальной хромосомы. Транскрипция ДНК. Основные ферменты, ответственные за транскрипцию. Практическое занятие 12: Контрольная работа по теме: Генетический аппарат прокариот.

Тема 8. Рост, размножение и клеточная дифференцировка прокариот. Специализированные покоящиеся формы и дифференцированные формы, специализированные на выполнении определенных функций.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Коллоквиум 13: Рост клетки и популяции. Сбалансированный и несбалансированный рост. Возможные причины несбалансированного роста. Регуляторные системы роста и деления бактерий. Основные формы размножения клеток. Бинарное деление, множественное деление, почкование. Изоморфное и гетероморфное деление. Периодическое культивирование. Синхронизация культур. Непрерывное культивирование. Жизненные (клеточные) циклы прокариот. Коллоквиум 14: Защита рефератов и просмотр мультимедийного материала, характеризующего морфологически дифференцированные формы прокариот, их строение, функции, распространенность.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Важнейшие свойства микроорганизмов, их признаки и разнообразие. Морфология микроорганизмов.	3		подготовка к реферату	6	реферат
2.	Тема 2. Поверхностные структуры микробных клеток.	3		подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
				подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Структурная и функциональная организация клеточных компонентов, ответственных за движение бактерий. Виды движения микроорганизмов. Механизмы движения.	3		подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
				подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
4.	Тема 4. Цитоплазматическая мембрана: особенности строения и функции. Транспортная функция мембран. Энергетическая функция (мембранное фосфорилирование).	3		подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
				подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
6.	Тема 6. Характеристика цитоплазматического компартмента прокариот.	3		подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
				подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
7.	Тема 7. Генетический аппарат прокариот и его функционирование	3		подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
				подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
				подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
8.	Тема 8. Рост, размножение и клеточная дифференцировка прокариот. Специализированные покоящиеся формы и дифференцированные формы, специализированные на выполнении определенных функций.	3		подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
				подготовка к реферату	4	реферат
Итого					70	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: семинары в форме проблемно-исследовательской беседы (коллоквиумы), написание рефератов и представление их содержания в виде доклада в сопровождении презентации PowerPoint, просмотр, анализ и обсуждение видео- и мультимедийных материалов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Важнейшие свойства микроорганизмов, их признаки и разнообразие. Морфология микроорганизмов.

реферат , примерные темы:

Примерные темы рефератов: 1) Цитология дрожжевой клетки. 2) Цитология архей. 3) Цитология цианобактерий. 4) Цитология актиномицетов. 5) Цитология почкующихся и стебельковых бактерий. 6) Цитология скользящих бактерий. 7) Цитология микоплазм. 8) Редкие морфологические типы прокариот по размеру и форме клеток. 9) Морфофункциональные особенности фотосинтезирующих прокариот. 10) Морфофункциональные особенности прокариотических клеток, обусловленные облигатным паразитизмом.

Тема 2. Поверхностные структуры микробных клеток.

коллоквиум , примерные вопросы:

Коллоквиумы по дисциплине проводятся в форме проблемно-исследовательской беседы, в ходе которой обсуждаются следующие вопросы: Организация поверхностных структур у архей. Отличительные особенности клеточных стенок архей (псевдомуреиновые, гетерополисахаридные, гликопротеиновые и белковые). Другие группы прокариот с особенностями строения клеточных стенок и других поверхностных структур клеток. Поверхностные структуры дрожжей и мицелиальных грибов.

коллоквиум , примерные вопросы:

Коллоквиумы по дисциплине проводятся в форме проблемно-исследовательской беседы, в ходе которой обсуждаются следующие вопросы: Организация поверхностных структур у архей. Отличительные особенности клеточных стенок архей (псевдомуреиновые, гетерополисахаридные, гликопротеиновые и белковые). Другие группы прокариот с особенностями строения клеточных стенок и других поверхностных структур клеток. Поверхностные структуры дрожжей и мицелиальных грибов.

Тема 3. Структурная и функциональная организация клеточных компонентов, ответственных за движение бактерий. Виды движения микроорганизмов. Механизмы движения.

коллоквиум , примерные вопросы:

Коллоквиумы по дисциплине проводятся в форме проблемно-исследовательской беседы, в ходе которой обсуждаются следующие вопросы: Движение бактерий. Основные типы движения. Жгутики бактерий, их число и расположение. Биохимическое строение и макроорганизация жгутиков. Иммунологические свойства. Генетика, механические свойства флагеллярного мотора бактерий. Движение при помощи жгутиков. Таксисы клеток. Молекулярный механизм хемотаксиса грамотрицательных бактерий, имеющих жгутики. Движение спирохет. Скользящий и вращательный типы движения. Флексирующее движение. Плавание и роение. Подтягивающий тип движения и его значение для формирования биопленок. Пили IV типа. Движение по типу скольжения. Разнообразие механизмов скольжения у разных таксономических групп бактерий. Движение миксобактерий: А-движение, S-движение. Примитивные формы межклеточного матрикса и контактной ориентировки у миксобактерий. Межклеточная сигнализация при движении миксобактерий. Механизм скольжения трихомных цианобактерий. Движение патогенных бактерий внутри клеток макроорганизма хозяина, основанное на актине. Методы выявления подвижности бактерий.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа по теме: Поверхностные структуры микробной клетки и их функции. Контрольная работа проводится в письменной форме в виде тестовых заданий, составленных по разделам дисциплины с использованием специального программного обеспечения. а) Примеры тестовых заданий закрытого типа Выберите верный ответ из предложенных. Возможны несколько вариантов ответов. Сложность заданий ? 1 балл. 1. Внутриклеточные структуры, которые определяют движение бактерий по силовым линиям магнитного поля Земли или магнита, называются А. R-частицы Г. Магнетит Б. Рапидосомы Д. Плазмиды В. Магнетосомы 2. Белковые клеточные стенки архей по Граму окрашиваются А. Грамположительно Б. Грамотрицательно Г. Грампринадлежность зависит от стадии клеточного цикла В. Не окрашиваются 3. В процессе синтеза муреина транспептидирование происходит во время: А. 1-го этапа синтеза муреина в цитоплазме Б. 2-го этапа синтеза муреина в цитоплазматической мембране В. переноса предшественников муреина через цитоплазматическую мембрану Г. 3-го этапа синтеза муреина в клеточной стенке Д. Не происходит во время синтеза муреина 4. F-пили образуются у А. любых бактерий Б. архей В. подвижных бактерий Г. клеток-реципиентов Д. бактерий, которые несут фактор трансмиссивности 5. В результате 2-го этапа синтеза муреина, происходящего в цитоплазматической мембране, образуется: А. N-ацетилмурамил-пента-пептид-фосфолипид Б. N-ацетилглюкозамин-N-ацетилмурамил-олиго-пептид В. N-ацетилмурамил-олиго-пептид Г. УДФ-N-ацетилмурамил-пента-пептид Д. N-ацетилглюкозамин-N-ацетилмурамил б) Примеры тестовых заданий, в которых необходимо соотнести данные Соотнесите типы строения клеточной стенки с археями, для которых они характерны. Сложность задания ? 5 баллов. 1) Клеточные стенки из псевдомуреина 2) Белковые клеточные стенки 3) Клеточные стенки из гликопротеина 4) Гетерополисахаридные клеточные стенки 5) Нет клеточной стенки А. Thermoplasma и Ferroplasma Б. Метаногены: Methanobrevibacter, Sulfolobus, Thermoproteus, Pyrodictium и Halobacterium В. Methanobacterium и Methanobrevibacter Г. Метаногены: Methanococcus, Methanospirillum, Methanomicrobium, Methanogenium и Desulfurococcus Д. Methanosarcina и Halococcus в) Примеры тестовых заданий открытого типа Продолжите фразу. Необходимо вписать только одно слово. Сложность заданий ? 2 балла. 1. Белок, пронизывающий наружную мембрану насквозь и образующий гидрофильные поры, - это _____. 2. В N-ацетилглюкозамине к атому углерода во 2-ом положении через аминогруппу присоединен остаток _____ кислоты. 3. Таксис в направлении от раздражителя называется _____. 4. Структура бактериального жгутика, служащая для обеспечения гибкого соединения нити жгутика с базальным телом, - это _____. 5. Бактерия, имеющая один жгутик на одном из полюсов клетки, называется _____.

Тема 4. Цитоплазматическая мембрана: особенности строения и функции. Транспортная функция мембран. Энергетическая функция (мембранное фосфорилирование).

коллоквиум , примерные вопросы:

Коллоквиумы по дисциплине проводятся в форме проблемно-исследовательской беседы, в ходе которой обсуждаются следующие вопросы: Энергетическая функция мембран (Мембранное фосфорилирование). Общая характеристика энергетических процессов: транспорт электронов, доноры и акцепторы электронов, виды энергетического метаболизма прокариот, АТФ как универсальная форма химической энергии в клетке. Разновидности мембранного фосфорилирования. Окислительное фосфорилирование. Усовершенствование путей извлечения энергии из органических субстратов. Дальнейшая деградация молекулы пирувата до ацетил-КоА. Полное окисление ацетил-КоА в ЦТК. Поступление водорода в дыхательную цепь. Основные переносчики водорода (электронов) в дыхательной цепи. Особенности дыхательных цепей прокариот. Запасание энергии в молекулах АТФ по механизму окислительного фосфорилирования. АТФазный комплекс. Число фосфорилирований в дыхательных цепях бактерий. Дыхательные цепи, в которых энергетическим субстратом служат органические (хемоорганотрофные бактерии) и неорганические (хемолитотрофные бактерии) соединения. Образование "ассимиляционной силы" в процессах дыхания. Образование восстановителя хемолитоавтотрофными бактериями. Обратный транспорт электронов. Группы хемоорганотрофных бактерий: метилотрофы, уксуснокислые, аммонифицирующие, целлюлозоразрушающие, денитрифицирующие бактерии. Экзотические формы жизни: железобактерии, нитрифицирующие, водородные, тионовые бактерии. Замена O₂ в качестве конечного акцептора электронов рядом окисленных органических и неорганических соединений (анаэробное дыхание). Типы анаэробного дыхания у прокариот. Фотофосфорилирование. Фотосинтезирующий аппарат бактерий и архей. Фотосинтезирующие бактерии: *Anoxyphotobacteria* (пурпурные и зеленые бактерии) и *Oxyphotobacteria* (цианобактерии). Фотосинтезирующие археобактерии (экстремальные галофилы). Фотосинтез бактерий. Фотосинтетические пигменты (хлорофиллы, бактериохлорофиллы, фикобилипротеины, каротиноиды, бактериородопсин). Пигменты антенны и реакционного центра. Фотофизические и химические процессы фотосинтеза. Пути электронного транспорта (циклический, нециклический). Образование восстановителя. Природа экзогенных доноров электронов при фотосинтезе (восстановленные соединения серы, органические вещества, молекулярный водород и др.). Вода как экзогенный донор электронов. Многовариантность бактериального фотосинтеза.

коллоквиум , примерные вопросы:

Коллоквиумы по дисциплине проводятся в форме проблемно-исследовательской беседы, в ходе которой обсуждаются следующие вопросы: Энергетическая функция мембран (Мембранное фосфорилирование). Общая характеристика энергетических процессов: транспорт электронов, доноры и акцепторы электронов, виды энергетического метаболизма прокариот, АТФ как универсальная форма химической энергии в клетке. Разновидности мембранного фосфорилирования. Окислительное фосфорилирование. Усовершенствование путей извлечения энергии из органических субстратов. Дальнейшая деградация молекулы пирувата до ацетил-КоА. Полное окисление ацетил-КоА в ЦТК. Поступление водорода в дыхательную цепь. Основные переносчики водорода (электронов) в дыхательной цепи. Особенности дыхательных цепей прокариот. Запасание энергии в молекулах АТФ по механизму окислительного фосфорилирования. АТФазный комплекс. Число фосфорилирований в дыхательных цепях бактерий. Дыхательные цепи, в которых энергетическим субстратом служат органические (хемоорганотрофные бактерии) и неорганические (хемолитотрофные бактерии) соединения. Образование "ассимиляционной силы" в процессах дыхания. Образование восстановителя хемолитоавтотрофными бактериями. Обратный транспорт электронов. Группы хемоорганотрофных бактерий: метилотрофы, уксуснокислые, аммонифицирующие, целлюлозоразрушающие, денитрифицирующие бактерии. Экзотические формы жизни: железобактерии, нитрифицирующие, водородные, тионовые бактерии. Замена O₂ в качестве конечного акцептора электронов рядом окисленных органических и неорганических соединений (анаэробное дыхание). Типы анаэробного дыхания у прокариот. Фотосинтез. Фотосинтезирующий аппарат бактерий и архей. Фотосинтезирующие бактерии: *Anoxyphotobacteria* (пурпурные и зеленые бактерии) и *Oxyphotobacteria* (цианобактерии). Фотосинтезирующие археобактерии (экстремальные галофилы). Фотосинтез бактерий. Фотосинтетические пигменты (хлорофиллы, бактериохлорофиллы, фикобилипротеины, каротиноиды, бактериородопсин). Пигменты антенны и реакционного центра. Фотофизические и химические процессы фотосинтеза. Пути электронного транспорта (циклический, нециклический). Образование восстановителя. Природа экзогенных доноров электронов при фотосинтезе (восстановленные соединения серы, органические вещества, молекулярный водород и др.). Вода как экзогенный донор электронов. Многовариантность бактериального фотосинтеза.

Тема 5. Белоксинтезирующий аппарат бактериальной клетки.

Тема 6. Характеристика цитоплазматического компартмента прокариот.

коллоквиум , примерные вопросы:

Коллоквиумы по дисциплине проводятся в форме проблемно-исследовательской беседы, в ходе которой обсуждаются следующие вопросы: Цитоплазматический компартмент. Пространственная организация цитоплазматического компартмента. Цитоплазма и внутрицитоплазматические включения. Состав и основные функции цитоплазмы. Роль и распространение внутрицитоплазматических включений у бактерий. Фикобилисомы, хлоросомы, карбоксисомы. Включения, имеющие приспособительное значение: аэросомы и магнетосомы. Запасные вещества микробных клеток: полифосфаты, полисахариды, липиды, полипептиды, сера. Редкие включения: кристаллы мела, параспоральные кристаллы. R-рефрактивные тельца.

контрольная работа , примерные вопросы:

Пример контрольной работы по теме: Метаболический аппарат микробной клетки Контрольная работа проводится в письменной форме в виде тестовых заданий, составленных по разделам дисциплины с использованием специального программного обеспечения. а) Примеры тестовых заданий закрытого типа Выберите верный ответ из предложенных. Возможны несколько вариантов ответов. Сложность заданий ? 1 балл. 1. Из представленных веществ наименьшая проницаемость через ЦПМ характерна для А. Вода Г. Ионы водорода Б. Глицерин Д. Мочевина В. Глюкоза 2. Большая субъединица прокариотической рибосомы состоит из А. 18S рРНК В. 5S рРНК Д. 5,8S рРНК Б. 16S рРНК Г. 23S рРНК Е. 28S рРНК 3. Аноксигенный фотосинтез характерен для следующих организмов А. Зеленые растения Г. Пурпурные и зеленые бактерии Б. Цианобактерии Д. Актиномицеты В. Галобактерии 4. Под термином ?полупроницаемость? мембран понимают А. способность мембран пропускать одни вещества и не пропускать другие Б. наличие в мембране пор В. наличие в мембране белков-переносчиков Г. транспорт веществ только из клетки Д. транспорт веществ только в клетку 5. Транспорт молекулярного кислорода (O₂) в клетку и из нее осуществляется по типу А. облегченной диффузии Г. транслокации групп Б. пассивной диффузии Д. антипорта В. симпорта Е. первичного активного транспорта б) Примеры тестовых заданий, в которых необходимо соотнести данные Соотнесите тип запасных веществ с микроорганизмами, для которых они характерны. Например, у дрожжей *Candida* и *Rhodotorula* включения нейтральных жиров могут составлять до 80% сухого веса клетки. Значит ответ: 1-А. Сложность задания ? 5 баллов. 1) Нейтральные жиры А. *Candida* и *Rhodotorula* 2) Цианофициновые гранулы Б. Коринебактерии 3) Гранулеза В. *Beggiatoa* и *Thiothrix* 4) Волютин Г. Микобактерии 5) Сера Д. Цианобактерии 6) Воск Е. *Clostridium butyricum* в) Примеры тестовых заданий открытого типа Продолжите фразу. Необходимо вписать только одно слово. Сложность заданий ? 2 балла. 1) В процессе фумаратного дыхания конечным акцептором электронов выступает _____. Продуктом восстановления является _____. 2) Трансмембранные белки, один раз пронизывающие мембрану насквозь, называются _____. 3) Количественная мера способности компонентов дыхательной цепи передавать электроны ? это _____. 4) Белки, формирующие в мембране поры, через которые осуществляется пассивный транспорт молекул воды, называются _____. 5) При электронной микрофотографии полисома представляет собой структуру, в которой ?бусины? рибосомы нанизаны на ?нить? _____. В стороны от рибосом отходят завитки - _____.

Тема 7. Генетический аппарат прокариот и его функционирование

коллоквиум , примерные вопросы:

Коллоквиумы по дисциплине проводятся в форме проблемно-исследовательской беседы, в ходе которой обсуждаются следующие вопросы: Репликация ДНК. Основные ферменты, ответственные за репликацию. Механизмы репликации бактериальной хромосомы. Транскрипция ДНК. Основные ферменты, ответственн

коллоквиум , примерные вопросы:

Коллоквиумы по дисциплине проводятся в форме проблемно-исследовательской беседы, в ходе которой обсуждаются следующие вопросы: Репликация ДНК. Основные ферменты, ответственные за репликацию. Механизмы репликации бактериальной хромосомы. Транскрипция ДНК. Основные ферменты, ответственн

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные вопросы письменной контрольной работы: 1. Особенности организации генетического аппарата архей. 2. Хромосома *E. coli* как репликон. 3. Строение плазмид: генные модули. 4. Номенклатура плазмид. 5. Оперон: определение понятия, строение, пример. 6. Промотор: строение и значение. 7. Терминация транскрипции. 8. Фрагменты Оказаки. 9. Виды плазмид (не менее 5 наименований). 10. Инициация транскрипции. 11. Пространственная организация ДНК в нуклеоиде *E. coli*. 12. Особенности организации генетического аппарата планктомицетов. 13. Криптические плазмиды. 14. Сопряжение транскрипции и трансляции: у каких организмов и как происходит. 15. Основные характерные черты плазмид. 16. Оператор: строение и значение. 17. Компоненты нуклеоида прокариот, которые отвечают за устранение отрицательного заряда ДНК. 18. Синтез ДНК на запаздывающей (отстающей) цепи ДНК. 19. Полуконсервативный синтез нуклеиновых кислот: сущность и отличие от консервативного. 20. Консервативный синтез нуклеиновых кислот: сущность, отличие от полуконсервативного.

Тема 8. Рост, размножение и клеточная дифференцировка прокариот. Специализированные покоящиеся формы и дифференцированные формы, специализированные на выполнении определенных функций.

коллоквиум , примерные вопросы:

Коллоквиумы по дисциплине проводятся в форме проблемно-исследовательской беседы, в ходе которой обсуждаются следующие вопросы: Рост клетки и популяции. Сбалансированный и несбалансированный рост. Возможные причины несбалансированного роста. Регуляторные системы роста и деления бактерий. Основные формы размножения клеток. Бинарное деление, множественное деление, почкование. Изоморфное и гетероморфное деление. Периодическое культивирование. Синхронизация культур. Непрерывное культивирование. Жизненные (клеточные) циклы прокариот.

реферат , примерные темы:

Примерные темы рефератов: Специализированные покоящиеся формы бактерий: цисты. Специализированные покоящиеся формы бактерий: экзоспоры. Специализированные покоящиеся формы бактерий: эндоспоры. Специализированные покоящиеся формы бактерий: акинеты. Специализированные покоящиеся формы бактерий: миксоспоры. Образование дифференцированных вегетативных форм, специализирующихся на выполнении определенной функции: клетки-швермеры. Клеточная дифференцировка цианобактерий. Клеточная дифференцировка миксобактерий. Клеточная дифференцировка/жизненный цикл внутриклеточных паразитов и эндосимбионтов. Образование дифференцированных вегетативных форм, специализирующихся на выполнении определенной функции: бактериоды клубеньковых бактерий.

Примерные вопросы к :

Вопросы к зачету по дисциплине "Функциональная анатомия микробной клетки"

1. Уровни клеточной организации и основные направления ее изучения. Микроскопия - основной метод исследования в цитологии.
2. Сравнительная характеристика строения прокариотической и эукариотической клеток.
3. Морфология клеток прокариот: размер и форма клеток.
4. Химический состав бактериальной клетки.
5. S-слой бактерий.
6. Пептидогликан муреин - специфический гетерополимер бактерий. Биосинтез муреина.
7. Клеточная стенка грамположительных бактерий.
8. Клеточная стенка грамотрицательных бактерий.
9. Отличительные особенности клеточных стенок архей, дрожжей и мицелиальных грибов.
10. Функции клеточной стенки прокариот.
11. Разрушение клеточной стенки бактерий. Протопласты, сферопласты, L-формы.
12. Оболочка бактериальных клеток: капсулы, слизистые слои и чехлы.
13. Поверхностные структуры бактериальных клеток: пили, шипы и трубчатые выросты.
14. Жгутики бактерий: их число, расположение и биохимическое строение.
15. Типы движений бактериальных клеток: движение спиروهет и скольжение.
16. Таксисы бактерий. Механизм чувствительности. Обнаружение движения бактерий.
17. Цитоплазматическая мембрана: химический состав, строение и функции.
18. Проницаемость мембран для различных веществ. Типы транспорта. Фосфотрансферазная система транспорта.
19. Секреция белков бактериями.
20. Организация дыхательного аппарата аэробных бактерий. Процесс его функционирования.
21. Организация дыхательного аппарата анаэробных бактерий. Процесс его функционирования.

22. Значение дыхательной цепи, локализованной на цитоплазматической мембране, в энергетике прокариотической клетки. Способы образования АТФ у бактерий. Строение АТФазного комплекса.
23. Фотосинтез у пурпурных бактерий: морфология и локализация фотосинтетического аппарата, механизм фотосинтеза.
24. Фотосинтез у зеленых бактерий: морфология и локализация фотосинтетического аппарата, механизм фотосинтеза.
25. Фотосинтез у цианобактерий: морфология и локализация фотосинтетического аппарата, механизм фотосинтеза.
26. Фотосинтез у галобактерий: фотосинтетический аппарат, механизм фотосинтеза.
27. Рибосомы как функциональные нуклеопротеиды. Размеры, структура и состав рибосом.
28. Общие представления о функционировании рибосом в клетке. Процесс трансляции.
29. Цитоплазма и внутрицитоплазматические включения прокариотических клеток.
30. Запасные вещества микробных клеток.
31. Общее представление о строении бактериального генома.
32. Плазмиды. Несовместимость плазмид.
33. Репликация ДНК.
34. Процесс транскрипции.
35. Способы размножения микроорганизмов.
36. Рост клеток в периодической, проточной и синхронной культуре.
37. Общее представление о жизненном цикле прокариот.
38. Морфологическая дифференцировка вегетативных клеток в формы, специализированные на выполнении особой функции.
39. Общая характеристика покоящихся форм клеток.
40. Типы клеток цианобактерий.
41. Гетероцисты.
42. Акинеты.
43. Гормогонии.
44. Покоящиеся формы клетки: экзоспоры, миксоспоры, цисты и акинеты.
45. Эндоспоры. Стадии спорообразования у бактерий.

7.1. Основная литература:

Микробиология, Госманов, Рауис Госманович; Галиуллин, Альберт Камилович; Волков, Али Харисович; Ибрагимова, Альфия Исламовна, 2011 г.

Микробиология в определениях и иллюстрациях, Захарова, Наталия Георгиевна; Вершинина, Валентина Ивановна; Ильинская, Ольга Николаевна, 2012 г.

Молекулярная микробиология, Брюханов, Андрей Леонидович; Рыбак, Константин Вячеславович; Нетрусов, Александр Иванович, 2012 г.

Медицинская микробиология: учебное пособие. Поздеев О.К. / Под ред. В.И. Покровского. 4-е изд., испр. 2010. - 768 с. ЭБС "Консультант студента"
<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970415306.html>

Микробиология, вирусология и иммунология : руководство к лабораторным занятиям : учеб. пособие / [В. Б. Сбойчаков и др.] ; под ред. В.Б. Сбойчакова, М.М. Карапаца. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 320 с. ЭБС "Консультант студента"
<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970430668.html>

Павлович, С. А. Микробиология с вирусологией и иммунологией [Текст] : учеб. пособие / С. А. Павлович. - 3-е изд., испр. - Минск : Выш. шк., 2013. - 799 с. ЭБС "Библиороссика"
http://www.bibliorossica.com/book.html?search_query=%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: коллоквиумы и семинары в форме проблемно-исследовательской беседы, написание рефератов, составление обзоров, творческие задания, проектные технологии, просмотр, анализ и обсуждение видео- и мультимедийных материалов, лекции с просмотром видео- и мультимедийных материалов (презентации ppt).

Для проведения таких занятий необходима мультимедийная аудитория.

Для текущего контроля (проведения контрольных работ, решения тестовых заданий) необходим компьютерный класс и соответствующее программное обеспечение.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 06.04.01 "Биология" и магистерской программе Микробиология и вирусология .

Автор(ы):

Яруллина Д.Р. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Ильинская О.Н. _____

"__" _____ 201__ г.