

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
Кафедра «Биология»

УТВЕРЖДАЮ
Врио ректора

Н.В. Дубив
(подпись, Ф.И.О.)
20 19 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы культивирования микроорганизмов
образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры 06.04.01. «Биология»
направленность «Микробиология»

Форма (формы) обучения: очная, очно-заочная

Курган 2019

Рабочая программа дисциплины «Основы культивирования микроорганизмов» составлена в соответствии с учебными планами по программе магистратуры «Биология» («Микробиология»), утвержденным:

- для очной формы обучения « 29 » августа 2019 года;
- для очно-заочной формы обучения « 29 » августа 2019 года.

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры «Биология» « 30 » августа 2019 года, протокол № 1_

Рабочую программу составил
профессор кафедры Биологии



А.Н. Накоскин

Согласовано:

Заведующий кафедрой
биологии



О.В. Козлов

Специалист по учебно-методической работе
учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 2 зачетные единицы трудоемкости (72 академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр 1
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	26	26
в том числе:		
Лекции	10	10
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа, всего часов	46	46
в том числе:		
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины, подготовка к рубежному контролю)	28	28
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	72	72

Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр 1
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	28	28
в том числе:		
Лекции	10	10
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа, всего часов	44	44
в том числе:		
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины, подготовка к рубежному контролю)	26	26
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	72	72

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Основы культивирования микроорганизмов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного цикла Блока 1.

Учебный курс дисциплины «Основы культивирования микроорганизмов» является профильным компонентом базовой подготовки магистров направленности «Микробиология» направления «Биология» в высшем учебном заведении.

Курс подготовлен с учетом новейших тенденций в развитии биологии, соответствует требованиям государственного образовательного стандарта подготовки магистров направления «Биология» 06.04.01, и содержит основные разделы и темы, традиционно рассматриваемые в ходе изучения данной дисциплины.

Краткое содержание дисциплины:

Основы культивирования микроорганизмов как раздел микробиологической науки. Цель и задачи дисциплины. Междисциплинарные связи.

Клеточные культуры. Общее представление о культурах клеток - лабораторных системах, в которых клетки, ткани или органы сохраняют жизнеспособность и способность к размножению *in vitro*. История получения и применения культур клеток и микроорганизмов. Принципы получения культур клеток. Выделение вирусов на культурах клеток. Классификация культур клеток (по виду биологического объекта). Культуры клеток (рост клеток *in vitro*, не образующих единую ткань). Культуры тканей и органов (рост тканей, зачатков органов или их частей *in vitro* при сохранении их дифференцировки, структуры или функции). Классификация культур клеток (по морфологии формирующих ее клеток). Классификация культур клеток по способу культивирования. Классификация культур клеток по структуре: первичные, перевиваемые, диплоидные. Примеры клеточных культур. Условия для получения культур клеток. Лабораторный инструментарий, оборудование, среды и правила их подготовки. Условия инкубации культур клеток. Принципы получения культур клеток. Этапы работы. Расчет посевных концентраций клеток в культуре. Использование КК в вирусологии.

Культивирование микроорганизмов. Культивирование микроорганизмов – один из основных приемов в микробиологии. Основные источники получения микроорганизмов, используемых для культивирования. Способы культивирования микроорганизмов. Смешанные и чистые культуры микроорганизмов. Накопительные культуры. Способы получения чистых культур. Описание колоний микроорганизмов. Понятие о росте и размножении микроорганизмов. Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Сбалансированный и несбалансированный рост. Возможные причины несбалансированного роста. Основные параметры роста культур. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Значение непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и для их практического использования. Синхронные культуры; способы получения и значение. Выращивание и поддержание микробных культур в лаборатории, основанное на моделировании естественных условий обитания данного организма в лаборатории, а также на знании особенностей обмена веществ. Требования микроорганизмов к питательным веществам. Типы сред и способы культивирования микроорганизмов. Основные биогенные элементы (макроэлементы) и микроэлементы. Специфические потребности отдельных групп микроорганизмов. Культивирование

аэробных и анаэробных микроорганизмов. Поверхностное и глубинное выращивание. Выделение и количественный учет микрофлоры воздуха. Прикладные приемы и практическое значение культивирования микроорганизмов и клеток.

Освоение обучающимися дисциплины «Основы культивирования микроорганизмов» опирается на знания и умения, навыки и компетенции, приобретенные студентами при изучении дисциплин биологического цикла в ходе освоения программ бакалавриата (специалитета), а также дисциплин программы магистерской подготовки «Систематика бактерий», «Световая микроскопия в ботанике и микробиологии», «Основы вирусологии», «Физиология и биохимия бактерий».

Результаты обучения по дисциплине используются при изучении дисциплин "Медицинская микробиология", «Особо опасные инфекции», и необходимы для выполнения разделов выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) в части проблем санитарной микробиологии.

Требования к входным знаниям, умениям, навыкам и компетенциям:

- владение навыками разговорно-бытовой речи;
- понимание устной (монологической и диалогической) речи на бытовые и общекультурные темы;
- владение наиболее употребительной грамматикой и основными грамматическими явлениями, характерными для устной и письменной речи повседневного общения;
- знание базовой лексики, представляющей стиль повседневного и общекультурного общения.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины **«Основы культивирования микроорганизмов»** является приобретение современных знаний в области прикладных разделов микробиологии, связанных с выделением и поддержанием культур клеток и микроорганизмов.

К задачам дисциплины относятся:

1. Приобретение общего представления о культурах клеток как лабораторных системах.
2. Ознакомление с историей получения и применения культур клеток и микроорганизмов.
3. Изучение принципов получения и поддержания культур клеток и микроорганизмов.
4. Изучение способов культивирования микроорганизмов и клеток.
5. Освоение теоретических основ и практических навыков получения, выращивания и поддержания микробных культур в лабораторных условиях.
6. Изучение практического значения культивирования микроорганизмов и клеток.

Главная задача курса **Основы культивирования микроорганизмов** - научить магистрантов ориентироваться в современной науке. Знания, полученные при изучении курса, необходимы в научно-исследовательской, научно-производственной и педагогической деятельности биолога.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

ПК-1 способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры

ПК-2 способностью планировать и реализовывать профессиональные мероприятия (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)

ПК-3 способностью применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать

современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)

ПК-5 готовностью использовать знание нормативных документов, регламентирующих организацию проведения научно-исследовательских и производственно-технологических биологических работ (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)

ПК-6 способностью руководить рабочим коллективом, обеспечивать меры производственной безопасности

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать методологию научного анализа и синтеза в науках о биологическом разнообразии (для ПК-1, ПК-3).

- Знать историю и методологию биологических наук, фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач (для ПК-3, ПК-5).

- Знать методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры) (для ПК-3).

- Знать основы учения о биосфере (для ПК-6)

- Уметь использовать творческий потенциал и методологию научного поиска при выполнении поставленных задач; применять абстрактное мышление, анализ, синтез данных (для ПК-1, ПК-2);

- Уметь самостоятельно ставить и решать новые задачи, применяя знание истории и методологии биологических наук (для ПК-3, ПК-5).

- Уметь излагать и критически анализировать профессиональную информацию (для ПК-3, ПК-6).

Владеть способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (для ПК-1, ПК-3);

- Владеть методами статистической оценки показателей, методами описательной и экспериментальной биологии (для ПК-3, ПК-5, ПК-6).

- Владеть пониманием современных биосферных процессов для системной оценки геополитических явлений и прогноза последствий реализации социально-значимых проектов (для ПК-6).

В рамках освоения дисциплины «**Основы культивирования микроорганизмов и клеток**» обучающиеся готовятся к решению следующих профессиональных задач в соответствии с видами профессиональной деятельности и профилем подготовки:

научно-исследовательская деятельность:

самостоятельный выбор и обоснование цели, организация и проведение научного исследования по актуальной проблеме в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры;

формулировка новых задач, возникающих в ходе исследования;

выбор, обоснование и освоение методов, адекватных поставленной цели;

освоение новых теорий, моделей, методов исследования, разработка новых методических подходов;

работа с научной информацией с использованием новых технологий;

обработка и критическая оценка результатов исследований;

подготовка и оформление научных публикаций, отчетов, патентов и докладов, проведение семинаров, конференций.

научно-производственная деятельность:

самостоятельное планирование и проведение полевых, лабораторно-прикладных работ, контроль биотехнологических процессов в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры;

освоение и участие в создании новых биологических технологий;

организация получения биологического материала;

планирование и проведение природоохранных предприятий;

планирование и проведение биомониторинга и оценки состояния природной среды;

сбор и анализ имеющейся информации по проблеме с использованием современных методов автоматизированного сбора и обработки информации;

обработка, критический анализ полученных данных;

подготовка и публикация обзоров, патентов, статей;

проектная деятельность:

подготовка и публикация научно-технических отчетов и проектов;

подготовка нормативных методических документов;

составление проектной документации;

подготовка научно-технических проектов;

организационно-управленческая деятельность:

планирование и осуществление лабораторных и полевых исследований в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры;

планирование и осуществление мероприятий по охране природы, биомониторингу, экологической экспертизе, оценке и восстановлению биоресурсов;

планирование и осуществление семинаров и конференций;

подготовка материалов к публикации;

патентная работа;

составление сметной и отчетной документации;

педагогическая и просветительская деятельность

подготовка и чтение курсов лекций.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения

Рубеж дисциплины	Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Количество часов контактной работы с преподавателем по видам учебных занятий		
			Лекции	Лабораторные работы	Лабораторные работы
1	2	3	4	5	6
Рубеж 1.	1	Общее представление о культурах клеток	2	3	-
	2	Принципы получения и классификация культур клеток.	2	3	-
	3	Использование культур клеток в вирусологии	1	1	-
		Рубежный контроль 1	-	1	-

1	2	3	4	5	6
Рубеж 2.	4	Культивирование микроорганизмов – один из основных приемов в микробиологии. Понятие о культурах микроорганизмов.	2	3	-
	5	Основные параметры роста культур микроорганизмов.	2	3	-
	6	Типы сред и способы культивирования микроорганизмов	1	1	-
		Рубежный контроль 2	-	1	-
Итого			10	16	-

Очно-заочная форма обучения

Рубеж дисциплины	Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Количество часов контактной работы с преподавателем по видам учебных занятий		
			Лекции	Лабораторные работы	Лабораторные работы

1	2	3	4	5	6
Рубеж 1.	1	Общее представление о культурах клеток	2	4	-
	2	Принципы получения и классификация культур клеток.	1	2	-
	3	Использование культур клеток в вирусологии	1	3	-
		Рубежный контроль 1	-	1	-
Рубеж 2.	4	Понятие о культурах микроорганизмов.	2	2	-
	5	Основные параметры роста культур микроорганизмов.	2	2	-
	6	Типы сред и способы культивирования микроорганизмов	2	3	-
		Рубежный контроль 2	-	1	-
Итого			10	18	-

4.2. Содержание лекционных занятий

Рубеж 1. Культура клеток

1. Общее представление о культурах клеток.

Культура клеток - система, в которой клетки, ткани или органы сохраняют жизнеспособность и способность к размножению *in vitro* более 24 часов. История получения и применения культур. XIX век: использование комплексных солевых растворов для сохранения живого изолированного сердца животного (Sydney Ringer). 1885: длительное сохранение головного мозга куриного эмбриона в белково-солевом растворе (Wilhelm Roux). 1907-1910: экспериментальные работы по разработке методологии получения и сохранения клеток многоклеточного организма *in vitro* (Ross Granville Harrison). 1940-е гг.: получение антибиотиков и их использование при получении культуры клеток. 1950: открытие способности вируса полиомиелита к размножению в культурах клеток (John Franklin Enders). 1953: разработка первой культуральной вакцины против полиомиелита (John Franklin Enders с соотр.).

2. Принципы получения и классификация культур клеток.

Классификация культур клеток (по виду биологического объекта). Культуры клеток (рост клеток *in vitro*, не образующих единую ткань). Культуры тканей и органов (рост тканей, зачатков органов или их частей *in vitro* при сохранении их дифференцировки, структуры или функции).

Классификация культур клеток (по морфологии формирующих ее клеток). Фибробластные КК. Морфология фибробластной клетки. Эпителиальные КК. Морфология эпителиальной клетки.

Классификация культур клеток по способу культивирования. Монослойные КК. Культивирование КК в клеточном монослое. КК на микроносителях. Культивирование КК на микроносителях. Суспензионные КК. Культивирование КК в суспензии. Классификация культур клеток по структуре: первичные, перевиваемые, диплоидные. Примеры КК (первичная культура клеток из почки поросенка, перевиваемая культура клеток Vero).

Условия для получения культур клеток: (1) Асептические условия получения, хранения и заражения культур клеток. (2) Выбор посуды и ее подготовка. (3) Выбор питательной среды. (4) Соблюдение условий инкубации.

Оборудование и среды. Посуда для культур клеток (стеклянная или (лучше) пластиковая, стерильная, не должна содержать остатков белка, солей, токсических веществ). Подготовка посуды (погружение в мыльный или мыльнофенольный раствор, обработка раствором хромпика (1 л конц H_2SO_4 80 г $K_2Cr_2O_7$) в течение 3 часов, промывание в водопроводной, дистиллированной и бидистиллированной воде в течение 5 часов, стерилизация при 170-180°C в течение 1-2 часов). Питательные среды. Требования к питательным средам (Питание клеток. Рост клеток. Бактериостатичность. Буферность. Осмотическое давление).

Классификация питательных сред по назначению (ростовые (10% сыворотки), поддерживающие (2% сыворотки)). Примеры питательных сред (питательная среда с гидролизатом лактальбумина (ГЛА), гемогидролизат 2,5% - продукт ферментативного расщепления сгустков крови КРС и 8 витаминов. солевая основа - раствор Хенкса, среда Игла, содержащая набор аминокислот на растворе Эрла). Условия инкубации (температура инкубации 36°C, обеспечение постоянного контакта клеточного монослоя с

питательной средой). Оборудование (лабораторный термостат, биореакторы. Промышленные биореакторы, схема работы и устройство. Комплексные биореакторы). Принципы получения культур клеток. Этапы работы (получение донорской ткани, трипсинизация, центрифугирование (освобождение от трипсина), подсчет клеток, суспендирование в питательной среде). Расчет посевных концентраций клеток в культуре.

3. Использование культур клеток в вирусологии

Выделение вирусов на культурах клеток. Изоляция вирусов из патматериала. Накопление и сохранение вирусов в лаборатории. Титрование вирусов. Получение культуральных вакцин. Постановка реакции нейтрализации.

Культивирование вирусов в КК. Цитопатическое действие или эффект. Образование внутриклеточных включений. Метод иммунофлуоресценции. Иммуногистохимический метод. Феномен гемадсорбции. Интерференция вирусов. Проявления цитопатического действия (лизис цитоплазмы и ядра, округление клеток, образование "окон", образование фокусов трансформации, образование симпластов и синцитиев, кариолизис, слияние ядер, кариопикноз). Практическое значение КК в вирусологии.

Рубеж 2. Культивирование микроорганизмов

4. Понятие о культурах микроорганизмов.

Культивирование микроорганизмов – один из основных приемов в микробиологии.

Основные источники получения микроорганизмов, используемых для культивирования. Способы культивирования микроорганизмов. Смешанные и чистые культуры микроорганизмов. Описание колоний микроорганизмов. Накопительные культуры и принцип селективности. Способы получения чистых культур. Чистые культуры микроорганизмов. Методы получения и значение.

Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов. Поверхностное и глубинное выращивание. Выделение и количественный учет микрофлоры воздуха.

5. Основные параметры роста культур.

Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Сбалансированный и несбалансированный рост. Возможные причины несбалансированного роста.

Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Кривая роста, особенности отдельных фаз. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Значение непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и для их практического использования. Синхронные культуры; способы получения и значение.

Наличие и необходимый набор питательных веществ для энергетических и конструктивных реакций для роста и развития микроорганизмов в природе и в лабораторных условиях. Требования разных групп микроорганизмов к источникам энергии и химическим элементам определяются их метаболическими возможностями. Выращивание и поддержание микробных культур в лаборатории, основанное на моделировании естественных условий обитания данного организма в лаборатории, а также на знании особенностей обмена веществ.

6. Типы сред и способы культивирования микроорганизмов.

Требования микроорганизмов к питательным веществам. Типы сред и способы культивирования микроорганизмов. Основные биогенные элементы (макроэлементы): углерод, азот, фосфор, кислород, водород, сера, как компоненты белков, углеводов и жиров, а также нуклеиновых кислот. Макроэлементы, которые требуются в значительных

количествах (г/л): ионы калия, магния, натрия, кальция и железа. Функции макроэлементов в клетке. K^+ как фактор активности большого числа ферментов, в частности, ферментов белкового синтеза. Ca^{2+} - макроэлемент, который определяет устойчивость бактериальных эндоспор к нагреванию. Роль Mg^{2+} в стабилизации рибосом, многих ферментов и клеточных мембран. Fe^{2+} и Fe^{3+} - составная часть цитохромов и кофакторы электронпереносящих белков.

Микроэлементы, необходимые в микромолярных количествах: ионы таких металлов, как хром, кобальт, медь, молибден, марганец, никель, селен, вольфрам, ванадий, цинк, обычно входящие в состав ферментов и кофакторов. Co^{2+} - компонент витамина B_{12} , Cu^{2+} входит в состав цитохромоксидазы и купредоксинов, Mn^{2+} активирует ферменты, катализирующие перенос фосфатных групп, Mo^{2+} входит в состав нитрогеназы и нитратредуктазы, Ni^{2+} является компонентом уреазы, гидрогеназы, кофактора F_{430} , Zn^{2+} входит в состав карбоангидразы, ДНК- и РНК-полимераз и т.д. Содержание в обычной водопроводной воде необходимых для микроорганизмов количеств микроэлементов; при работе на дистиллированной воде микроэлементы добавляют специально в виде растворов их минеральных солей. Специфические потребности отдельных групп микроорганизмов. Так, диатомовые водоросли, включающие в свои клеточные стенки значительные количества соединений кремния, требуют добавления их в среду в высокой концентрации.

Доступные для микроорганизмов формы биогенных элементов в питательной среде. Как правило, ионы металлов, сера, фосфор и микроэлементы добавляют в среду в виде минеральных солей. Минеральная основа среды (минеральный фон) практически одинакова для большинства микроорганизмов. Органические и неорганические источники углерода и азота в среде.

4.3. Лабораторные работы

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание практических работ	Трудоемкость, часы: очн/о- заочн.
1	2	3	4
1	Общее представление о культурах клеток.	Культура клеток - система, в которой клетки, ткани или органы сохраняют жизнеспособность и способность к размножению <i>in vitro</i> более 24 часов. История получения и применения культур.	3/4
2	Принципы получения и классификация культур клеток	Культуры клеток (рост клеток <i>in vitro</i> , не образующих единую ткань). Культуры тканей и органов (рост тканей, зачатков органов или их частей <i>in vitro</i> при сохранении их дифференцировки, структуры или функции).	3/2

1	2	3	4
		Классификация культур клеток: по виду биологического объекта, по морфологии формирующих ее клеток, по способу культивирования. Условия для получения культур клеток. Оборудование и среды. Принципы получения культур клеток. Этапы работы. Расчет посевных концентраций клеток в культуре.	
3	Использование культур клеток в вирусологии	Выделение вирусов на культурах клеток. Изоляция вирусов из патматериала. Накопление и сохранение вирусов в лаборатории. Титрование вирусов. Получение культуральных вакцин. Постановка реакции нейтрализации. Культивирование вирусов в культурах клеток.	1/3
		Рубежный контроль №1	1/1
4	Понятие о культурах микроорганизмов	Основные источники получения микроорганизмов, используемых для культивирования. Способы культивирования микроорганизмов. Смешанные и чистые культуры микроорганизмов. Описание колоний микроорганизмов. Накопительные культуры и принцип селективности. Способы получения чистых культур. Чистые культуры микроорганизмов. Методы получения и значение.	3/2
5	Основные параметры роста культур микроорганизмов.	Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Сбалансированный и несбалансированный рост. Возможные причины несбалансированного роста. Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Кривая роста, особенности отдельных фаз. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Значение непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и для их практического использования. Синхронные культуры; способы получения и значение.	3/2

1	2	3	4
6	Типы сред и способы культивирования микроорганизмов	Требования микроорганизмов к питательным веществам. Типы сред и способы культивирования микроорганизмов. Основные биогенные элементы (макроэлементы): углерод, азот, фосфор, кислород, водород, сера, как компоненты белков, углеводов и жиров, а также нуклеиновых кислот. Доступные для микроорганизмов формы биогенных элементов в питательной среде. Органические и неорганические источники углерода и азота в среде. Микроэлементы.	1/3
		Рубежный контроль №2	1/1
	ИТОГО		16/18

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Основы культивирования микроорганизмов» изучается в течение 2 семестра в форме лекционных и практических занятий.

Организационно курс состоит из 2 рубежных разделов: «Культура клеток», «Культивирование микроорганизмов».

Темы, рассматриваемые в курсе:

1. Общее представление о культурах клеток
2. Принципы получения и классификация культур клеток.
3. Использование культур клеток в вирусологии
4. Понятие о культурах микроорганизмов.
5. Основные параметры роста культур.
6. Типы сред и способы культивирования микроорганизмов.

Учебная дисциплина включает в качестве обязательного минимума тематику теоретического, практического и контрольного учебного материала. Теоретический материал доводится до магистрантов на лекциях. Содержание лекций в обобщенном виде должно включать в себя: основные понятия и термины; ведущие научные идеи, основные закономерности, теории, принципы, положения раскрывающих сущность явлений в науке о вирусах, тематическую информацию и научные факты. После каждой лекции необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой. В организационном плане практические занятия – это совместное проективно-деятельностное решение магистрантами и преподавателем познавательных задач, возникающих в ходе учебного процесса. В ходе практических занятий следует уделять большое внимание усвоению студентами базовых понятий учебного курса и освоению практических навыков работы. При этом надо ориентировать магистранта не на «заучивание» того или иного определения, а на необходимость его самостоятельного конструирования. Формы проведения практических занятий: опрос; устные сообщения и доклады, презентации (5-7 минут) и их обсуждение; тематические дискуссии. Специально изучаются прикладные аспекты дисциплины, призванные ознакомить магистрантов с приемами и методами работы с изучаемыми объектами. Особое место в структуре практического занятия принадлежит учебным докладам. При их подготовке магистранты должны продемонстрировать все свои знания и умения, связанные с творческой самостоятельностью, и в первую очередь – умения читать и понимать учебные и научные тексты, систематизировать и концептуализировать содержащиеся в них знания по истории и методологии биологии в соответствии с алгоритмом и планом доклада. Алгоритм может быть выработан студентом

самостоятельно или предложен преподавателем.

Предлагаемые формы практических занятий могут использоваться в различных сочетаниях на усмотрение преподавателя.

Учебным планом по дисциплине «Основы культивирования микроорганизмов» предусмотрена самостоятельная внеаудиторная работа магистрантов. В отношении к читаемому курсу лекций, который охватывает важнейшие темы общей и частной медицинской микробиологии, самостоятельная работа магистрантов заключается в их всестороннем глубоком изучении. Лекционный курс, безусловно, основа, которая помогает магистранту ориентироваться в теории науки. Но одних конспектов лекций будет явно недостаточно ни для работы на семинарах, ни для успешной сдачи зачёта. Только самостоятельная работа магистранта способствует развитию у него навыков анализа информации, запоминанию фактического материала, выработке самостоятельной точки зрения на отдельные вопросы науки о культивировании микроорганизмов и клеток.

Итогом самостоятельной работы являются небольшие доклады, которые выносятся на практическое занятие и обсуждаются в группе. Доклады должны содержать наиболее важные, интересные, а иногда и спорные аспекты рассматриваемой темы. После коллективного обсуждения преподаватель оценивает качество выполненной работы.

В инструментарий самостоятельной подготовки магистрантов является работа с учебником и учебными пособиями, чтение и конспектирование научных монографий и статей, использование электронных источников, содержащих значительные массивы информации, в том числе новейшие публикации в области медицинской микробиологии, справочно-энциклопедический материал и т.д. При самостоятельной работе следует соблюдать рекомендации:

Следовать методическим указаниям, имеющимся в учебных изданиях.

Обращать внимание на изучение подходов и методов, используемых в практике санитарной микробиологии.

Знать и грамотно использовать понятийно-терминологический аппарат науки.

Для текущего контроля успеваемости для очной и очно-заочной формы обучения используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности.

При подготовке к лабораторным работам надо прочитать соответствующие страницы рекомендованных учебных пособий, а прежде чем приступить к изучению того или иного вопроса обратиться к словарю биологических терминов и понятий. Далее на основе прочитанного материала составляется конспект по вопросам предстоящего семинара (тезисное изложение), готовится текст доклада/сообщения, готовится план практического исследования (эксперимента).

Виды и формы отработки пропущенных занятий:

Магистрант, пропустивший занятия, обязан отработать задолженность в заранее оговоренной с преподавателем форме. Предусматривается два варианта: первый – письменно: магистр пишет доклад по указанным преподавателем темам (темам, которые были рассмотрены на пропущенном магистрантом занятии). Второй – устно: магистрант отвечает на вопросы практического занятия, с акцентом на темах, выбираемых преподавателем.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, включая подготовку к лабораторным работам, к рубежным контролям, подготовку к зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час. (очн/очн- заочн.)
Самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины: Общее представление о культурах клеток Принципы получения и классификация культур клеток. Использование культур клеток в вирусологии Понятие о культурах микроорганизмов. Основные параметры роста культур. Типы сред и способы культивирования микроорганизмов.	16/13
Подготовка к рубежному контролю (по 1 ч. на каждый рубеж)	4/4
Подготовка к практическим занятиям (по 2 ч. на 1 лабораторную работу)	8/9
Подготовка к зачету	18/18
ВСЕГО	46/44

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ И КЛЕТОК»

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности магистрантов в КГУ (для очной, очно-заочной формы обучения).
2. Перечень заданий к рубежным контролям № 1, № 2.
3. Перечень вопросов к зачету.
4. Тематика индивидуальных заданий (темы отчетов по лабораторным работам) для текущего контроля успеваемости

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы магистрантов по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
1	Распределение баллов за семестр по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся)	Очная форма обучения					
		Вид УР:					
			Посещение занятий, активная работа	Подготовка индивидуальных заданий	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка :	21	9	20	20	30

	я до сведения магистрантов на первом учебном занятии)	Примечания:	Всего: 21 б. 2-х час. Лаб.раб. (2 балл) x 8 пр. = 16б. 1 ч. лекц. (1 б.) x 5лек. = 5 б. Пассивное присутствие в аудитории не оценивается.	Подготовка и защита доклада (отчета) по теме НИР	Аттестация в форме коллоквиума	Аттестация в форме коллоквиума	
			Максимальная сумма = 100 баллов				

Распределение баллов за семестр по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения магистрантов на первом учебном занятии)	Очно-заочная форма обучения					
	Вид УР:					
		Посещение занятий, активная работа	Подготовка индивидуальных заданий	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
	Балльная оценка :	23	7	20	20	30
	Примечания:	Всего: 23 б. 2-х час. лаб. раб. (2 балл) x 9 лаб. = 18 б. 1 ч. лекц. (1 б.) x 5 лек. = 5 б. Пассивное присутствие в аудитории не оценивается.	Подготовка и защита доклада (отчета) по теме НИР	Аттестация в форме коллоквиума	Аттестация в форме коллоквиума	
Максимальная сумма = 100 баллов						

2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – не зачтено; 61...100 – зачтено.
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения экзаменационной оценки «автоматически» по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) магистрант должен набрать не менее 50 баллов и выполнить все практические работы и рубежный контроль. Для получения зачета «автоматически» обучающемуся необходимо выполнить все лабораторные работы и набрать за семестр следующее минимальное количество баллов: - 61 балл для получения «автоматически» зачета. По согласованию с преподавателем магистранту могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры.
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) магистрантов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае, если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов и не выполнены все задания, магистранту необходимо выполнить дополнительные задания до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): - выполнение и защита отчетов по пропущенным лекциям (1 балл); - выполнение и защита пропущенных лабораторных работ (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – 1 балл; - повторное прохождение рубежного контроля (максимальная сумма баллов – согласно балльной оценке соответствующего рубежа, см. выше). Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме коллоквиума, включающего устное собеседование и работу с заданиями. На каждый рубежный контроль отводится по 1 академическому часу. Преподаватель оценивает в баллах результаты каждого рубежного контроля и заносит их в ведомость текущей успеваемости. Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме занятия-дискуссии.

Зачет проводится в форме устного собеседования. Вопросы к зачету содержатся в билетах для зачета, включающих по 2 теоретических вопроса. На подготовку к ответу обучающемуся дается минимум 45 минут. Ответ на каждый вопрос билета для зачета оценивается до 15 баллов. Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета

Примерная тематика индивидуальных заданий (тем отчетов по темам НИР, практических работ) для текущего контроля успеваемости

1. Требования микроорганизмов и клеточных культур к питательным веществам.
2. Типы сред и способы культивирования микроорганизмов.
3. Основные биогенные элементы (макроэлементы): углерод, азот, фосфор, кислород, водород, сера, как компоненты белков, углеводов и жиров, а также нуклеиновых кислот.
4. Макроэлементы, которые требуются в значительных количествах (г/л): ионы калия, магния, натрия, кальция и железа. Функции макроэлементов в клетке.
5. K^+ как фактор активности большого числа ферментов, в частности, ферментов белкового синтеза.
6. Ca^{2+} - макроэлемент, который определяет устойчивость бактериальных эндоспор к нагреванию.
7. Роль Mg^{2+} в стабилизации рибосом, многих ферментов и клеточных мембран.
8. Fe^{2+} и Fe^{3+} - составная часть цитохромов и кофакторы электронпереносящих белков.
9. Микроэлементы, необходимые в микромолярных количествах: ионы таких металлов, как хром, кобальт, медь, молибден, марганец, никель, селен, вольфрам, ванадий, цинк, обычно входящие в состав ферментов и кофакторов.
10. Специфические потребности отдельных групп микроорганизмов.
11. Доступные для микроорганизмов формы биогенных элементов в питательной среде.
12. Органические и неорганические источники углерода и азота в среде.

Задания для рубежного контроля:

Пример вопросов для 1 рубежного контроля

1. Определение культуры клеток
2. История получения и применения культур клеток.
3. Классификация культур клеток по виду биологического объекта.
4. Классификация культур клеток по морфологии формирующих ее клеток. Фибробластные и эпителиальные клетки.
5. Классификация культур клеток по способу культивирования.
6. Культивирование КК в клеточном монослое.
7. Культивирование КК на микроносителях.
8. Культивирование КК в суспензии.
9. Классификация культур клеток по структуре: первичные, перевиваемые, диплоидные.
10. Примеры КК (первичная культура клеток из почки поросенка, перевиваемая культура клеток Vero).
11. Условия для получения культур клеток и поддержание условий инкубации.
12. Оборудование и среды, используемые для культуры клеток.

13. Принципы получения культур клеток.
14. Этапы работы (получение донорской ткани, трипсинизация, центрифугирование (освобождение от трипсина), подсчет клеток, суспендирование в питательной среде).
15. Расчет посевных концентраций клеток в культуре.

Пример вопросов для 2 рубежного контроля

1. **Понятие о культуре микроорганизмов в микробиологии.**
2. Основные источники получения микроорганизмов, используемых для культивирования.
3. Способы культивирования микроорганизмов.
4. Смешанные и чистые культуры микроорганизмов.
5. Описание колоний микроорганизмов.
6. Накопительные культуры и принцип селективности.
7. Чистые культуры микроорганизмов. Способы получения и значение.
8. Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов.
9. Поверхностное и глубинное выращивание.
10. Выделение и количественный учет микрофлоры воздуха.
11. Понятие о росте отдельных микроорганизмов и популяций (культур).
12. Сбалансированный и несбалансированный рост. Возможные причины несбалансированного роста.
13. Основные параметры роста культур микроорганизмов: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы.
14. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Кривая роста, особенности отдельных фаз.
15. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Значение непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и для их практического использования. Синхронные культуры; способы получения и значение.

Вопросы к зачету

1. История получения и применения культур клеток.
2. **Принципы получения культур клеток.**
3. Классификация культур клеток по виду биологического объекта.
4. Классификация культур клеток по морфологии формирующих ее клеток.
5. Классификация культур клеток по способу культивирования.
6. Условия для получения и поддержания культур клеток.
7. Оборудование для культивирования клеток.
8. Требования к питательным средам для культуры клеток и классификация питательных сред
9. Промышленные биореакторы, схема работы и устройство. Комплексные биореакторы.
10. Этапы работы (получение донорской ткани, трипсинизация, центрифугирование (освобождение от трипсина), подсчет клеток, суспендирование в питательной среде).
11. Расчет посевных концентраций клеток в культуре.
12. Выделение вирусов на культурах клеток. Изоляция вирусов из патматериала. Накопление и сохранение вирусов в лаборатории.
13. Получение культуральных вакцин. Постановка реакции нейтрализации.
14. Практическое значение КК в вирусологии. Культивирование вирусов в КК.
15. Проявления цитопатического действия (лизис цитоплазмы и ядра, округление клеток, образование "окон", образование фокусов трансформации, образование симпластов и синцитиев, кариолизис, слияние ядер, кариопикноз).

16. Способы культивирования микроорганизмов.
17. Смешанные и чистые культуры микроорганизмов.
18. Описание колоний микроорганизмов.
19. Накопительные культуры и принцип селективности.
20. Чистые культуры микроорганизмов. Методы получения и значение.
21. Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов.
22. Сбалансированный и несбалансированный рост культур микроорганизмов. Возможные причины несбалансированного роста.
23. Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы.
24. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Кривая роста, особенности отдельных фаз.
25. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании.
26. Синхронные культуры; способы получения и значение.
27. Наличие и необходимый набор питательных веществ для энергетических и конструктивных реакций для роста и развития микроорганизмов в природе и в лабораторных условиях.
28. Требования разных групп микроорганизмов к источникам энергии и химическим элементам определяются их метаболическими возможностями.
29. Типы сред для культивирования микроорганизмов.
30. Основные биогенные элементы (макроэлементы): углерод, азот, фосфор, кислород, водород, сера, как компоненты белков, углеводов и жиров, а также нуклеиновых кислот.
31. Макроэлементы, которые требуются в значительных количествах (г/л): ионы калия, магния, натрия, кальция и железа. Функции макроэлементов в клетке.
32. Микроэлементы, необходимые в микромолярных количествах
33. Специфические потребности отдельных групп микроорганизмов.
34. Доступные для микроорганизмов формы биогенных элементов в питательной среде.
35. Органические и неорганические источники углерода и азота в среде.
36. Значение непрерывного культивирования микроорганизмов для изучения свойств микроорганизмов и для их практического использования.

6.5 Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

- Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Биология" и биологическим специальностям / М. В. Гусев, Л. А. Минеева . - Москва: Академия, 2004. 462 с.
- Емцев В.Т. Мишустин Е.Н. Микробиология: учебник для студентов вузов / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. 445 с.
- Практикум по микробиологии : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Биология", специальности "Микробиология" и биологическим специальностям / А. И. Нетрусов [и др.] . - Москва: Академия, 2005. 603 с.

7.2. Дополнительная литература

Теппер Е.З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Микробиология" и биологическим специальностям / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева . - Москва: Дрофа, 2005. 256 с.

Фирсов Н.Н. Микробиология : словарь терминов / Н. Н. Фирсов. – Москва: Дрофа, 2005. 256 с.

Шлегель Г. Общая микробиология: [учебник для студентов и преподавателей биологических факультетов университетов, педагогических, медицинских и сельскохозяйственных институтов] / Г. Шлегель ; пер. Е. Н. Кондратьевой и Г. А. Куреллы ; под ред. и с предисл. Е. Л. Рубан. – М.: Мир, 1972. 476 с.

Экология микроорганизмов : учебник для студентов университетов, обучающихся по специальности 012400 "Микробиология" и другим биологическим специальностям / А. И. Нетрусов [и др.] , под ред. А.И.Нетрусова. – Москва: Академия, 2004 267 с.

Эпизоотология с микробиологией : учебник / В. А. Кузьмин [и др.] . - Москва: Академия, 2005. 429 с.

7.3 Методическая литература

Науменко З.С. Основные имена и даты в истории микробиологии (методические указания).- Курган: КГУ, 2006.- 35 с.

Науменко З.С., Науменко Н.И. Изучение биоразнообразия растений, грибов, микроорганизмов и вирусов [Электронный ресурс]: методические указания к курсам «Альгология и микология», «Высшие растения», «Микробиология», «Вирусология» для студентов специальности БИОЛОГИЯ (020201, 050102) / Министерство образования и науки Российской Федерации [и др.] ; [сост.: З.С. Науменко, Н.И. Науменко]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 650 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2009. - 46 с. - Доступ из ЭБС КГУ

7.4 Интернет-ресурсы

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
6	http://www.edu.ru/	Федеральный портал «Российское образование»
7	http://ru.wikipedia.org	Энциклопедия Википедия
8	http://www.msu.ru	Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова
9	http://elibrary.ru	Электронная научная библиотека
6	http://sbio.info	Научно-образовательный проект, посвящённый биологии и смежным наукам
7	http://www.ebio.ru/index-1.html	Биология - электронный учебник.
8	http://www.cellbiol.ru	Информационно-справочный ресурс по биологии
9	http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7899	Микробиология. М. [электронный ресурс]. Полнотекстовая версия.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

Все лекции обеспечены мультимедийными презентациями. Дисциплина читается в специализированных аудиториях, снабженных необходимой аппаратурой (переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).

Практические занятия проводятся в специально оборудованной учебной лаборатории, оснащенной микроскопами, бинокулярными лупами, микроскопной системой визуализации с возможностями записи и прямого вывода изображения на большой экран. Подключение к сети Интернет позволяет использовать в ходе практических занятий возможности онлайн-технологий.

В коллекции кафедры биологии – полностью обеспечивающие курс фиксированные препараты, коллекционные образцы и их изображения, учебные фильмы. Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется литература, согласно списку в разделе 7. В распоряжении студентов – электронная библиотека кафедры биологии (более 500 изданий по разным разделам науки).

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Основы культивирования микроорганизмов»

образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры

06.04.01 – Биология

Направленность:

«Микробиология»

Трудоемкость дисциплины: 2 ЗЕ (72 академических часа).

Семестр: 1 (очная, очно-заочная формы обучения)

Форма промежуточной аттестации: зачет

Содержание дисциплины

Клеточные культуры. Общее представление о культурах клеток - лабораторных системах, в которых клетки, ткани или органы сохраняют жизнеспособность и способность к размножению *in vitro*. История получения и применения культур клеток и микроорганизмов. Принципы получения культур клеток. Выделение вирусов на культурах клеток. Классификация культур клеток (по виду биологического объекта). Культуры клеток (рост клеток *in vitro*, не образующих единую ткань). Культуры тканей и органов (рост тканей, зачатков органов или их частей *in vitro* при сохранении их дифференцировки, структуры или функции). Классификация культур клеток (по морфологии формирующих ее клеток). Классификация культур клеток по способу культивирования. Классификация культур клеток по структуре: первичные, перевиваемые, диплоидные. Примеры клеточных культур. Условия для получения культур клеток. Лабораторный инструментарий, оборудование, среды и правила их подготовки. Условия инкубации культур клеток. Принципы получения культур клеток. Этапы работы. Расчет посевных концентраций клеток в культуре. Использование КК в вирусологии.

Культивирование микроорганизмов. Культивирование микроорганизмов – один из основных приемов в микробиологии. Основные источники получения микроорганизмов, используемых для культивирования. Способы культивирования микроорганизмов. Смешанные и чистые культуры микроорганизмов. Накопительные культуры. Способы получения чистых культур. Описание колоний микроорганизмов. Понятие о росте и размножении микроорганизмов. Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Сбалансированный и несбалансированный рост. Возможные причины несбалансированного роста. Основные параметры роста культур. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Значение непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и для их практического использования. Синхронные культуры; способы получения и значение. Выращивание и поддержание микробных культур в лаборатории, основанное на моделировании естественных условий обитания данного организма в лаборатории, а также на знании особенностей обмена веществ. Требования микроорганизмов к питательным веществам. Типы сред и способы культивирования микроорганизмов. Основные биогенные элементы (макроэлементы) и микроэлементы. Специфические потребности отдельных групп микроорганизмов. Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов. Поверхностное и глубинное выращивание. Выделение и количественный учет микрофлоры воздуха. Прикладные приемы и практическое значение культивирования микроорганизмов и клеток.