

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



Хагуров Т.А.

« 02 » июня 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.ДВ.02.02 ФИЗИОЛОГИЯ РОСТА МИКРООРГАНИЗМОВ

Направление подготовки/специальность 06.04.01 Биология

Направленность (профиль) / Микробиология и биологические технологии

Форма обучения очная

Квалификация магистр


Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины «Физиология роста микроорганизмов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 06.04.01 Биология

Программу составил(и):
Волченко Н.Н., к.б.н., доцент



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии
протокол № 8 «10» апреля 2026 г.
Заведующий кафедрой Худокормов А.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета
протокол № 9 «07» мая 2026 г.
Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

Насонов А.И., заведующий лабораторией биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов СКФНЦСВВ, кандидат биологических наук

Кустов С.Ю. зав. кафедрой экспериментальной биологии, зоологии и биобезопасности ФГБОУ ВО КубГУ, доктор биологических наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Физиология роста микроорганизмов" является формирование у студентов профессиональной компетенции в производственной деятельности и пропаганда знаний, направленных на расширение представлений о физиологии роста биологических агентов, методах их культивирования, что является ключом к пониманию подходов к изучению роли микроорганизмов в биосфере.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи освоения дисциплины – сформировать у студентов:

- способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности фундаментальные знания по особенностям физиологии и кинетики роста микроорганизмов;
- способность применять в дальнейшей работе методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований;
- умения и навыки использования современной микробиологической и биотехнологической аппаратуры

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физиология роста микроорганизмов» относится к формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. Изучение курса «Физиология роста микроорганизмов» необходимо для дальнейшего освоения таких дисциплин как «Цитология микроорганизмов», «Планирование и проведение микробиологических исследований», «Принципы культивирования микроорганизмов».

Курс "Физиология роста микроорганизмов" важен для студентов-биологов, специализирующихся в области биотехнологии и микробиологии. Для усвоения курса студенту необходимо ориентироваться в проблемах общей микробиологии, биохимии, физиологии микроорганизмов. Иметь навыки самостоятельной работы с литературой, включая периодическую научную литературу по биотехнологии, и навыки работы с электронными средствами информации.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен к участию в мероприятиях по лабораторным биологическим исследованиям, экологическому мониторингу и охране природы, используя знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры	
ИПК 1.1. Знает основы фундаментальных и прикладных разделов биологических и экологических дисциплин.	Знает фундаментальные и прикладные разделы физиологии роста микроорганизмов
ИПК 1.2. Умеет планировать и проводить мероприятия по экологическому мониторингу и охране природы.	Знает теоретическую суть мероприятий по экологическому мониторингу микроорганизмов
	Умеет охранять прокариот как важный элемент экосистемы от деструктивного влияния эукариот
	Владеет навыками охраны природной микрофлоры
ИПК 1.3. Владеет современными информационными ресурсами биологического и экологического содержания, и использовать их в профессиональной деятельности.	Знает современные информационные ресурсы биологического и экологического содержания
	Умеет профессионально использовать рост микроорганизмов
	Владеет способностью к экологической интерпретации физиологии роста микробов

ИПК 1.4. Умеет анализировать результаты научных экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях, проводить дискуссии на научных мероприятиях.	Знает методы анализа результатов научных экспериментов
	Умеет представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях
	Владет списком рецензируемых научных изданий и критериями отличия от нерцензируемых

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно заочная	заочная
		1 семестр (часы)	X семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
Контактная работа, в том числе:	24,3	24,3			
Аудиторные занятия (всего):					
занятия лекционного типа	12	12			
лабораторные занятия	12	12			
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:	57	57			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	10	10			
Реферат/эссе (подготовка)	10	10			
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	24	24			
Подготовка к текущему контролю	13	13			
Контроль:					
Подготовка к экзамену	26,7	26,7			
Общая трудоёмкость	час.	108	108		
	в том числе контактная работа	24,3	24,3		
	зач. ед	3	3		

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Питание, рост, развитие и размножение микроорганизмов	14	2		2	10
2.	Периодические культуры, их особенности, способы получения.	14	2		2	10
3.	Непрерывные культуры, их особенности, способы получения.	18	4		4	10
4.	Математические методы в изучении роста микроорганизмов.	14	2		2	10
5.	Обзор пройденного материала	21	2		2	17
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	81	12		12	57
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	-				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Контроль	26,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Питание, рост, развитие и размножение микроорганизмов	Тема 1. Питание, рост, развитие и размножение. Связь между данными важнейшими жизненными процессами у микроорганизмов.	Устный опрос
2.	Периодические культуры, их особенности, способы получения.	Тема 2. Значение чистых культур. Питательные среды для получения периодической культуры. Способы культивирования. Культуральные свойства бактерий в периодической культуре. Закономерности роста микроорганизмов в разных условиях выращивания	Устный опрос
3.	Непрерывные культуры, их особенности, способы получения.	Тема 3. Проточное культивирование микроорганизмов. Оборудование. Условия культивирования. Тема 4. Варианты способов проточного культивирования: турбидостат, хемостат, рН-стат, оксигеностат (подходы, используемые в разработках этих способов, их отличительные особенности и сходства, преимущества и недостатки).	Устный опрос
4.	Математические методы в изучении роста микроорганизмов.	Тема 5. Основные понятия теории вероятностей. Совокупность и варианта. Вероятность и ее уровни. Средняя арифметическая и средние квадратичные ошибки. Доверительные интервалы среднего арифметического. Оценка достоверности полученных результатов.	Устный опрос
5.	Обзор пройденного материала	Тема 6. Питание, рост, развитие и размножение. Питательные среды для получения периодической культуры. Способы культивирования. Закономерности роста микроорганизмов в разных условиях выращивания. Варианты способов проточного культивирования: турбидостат, хемостат, рН-стат, оксигеностат. Математические методы в изучении роста микроорганизмов	Устный опрос

2.3.2 Лабораторные работы

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Питание, рост, развитие и размножение микроорганизмов	Методы выращивания культур микроорганизмов на плотных и жидких питательных средах. Принципы составления питательных сред. Наиболее употребительные питательные компоненты сред и дополнительные факторы роста микроорганизмов. Основные группы питательных веществ. Углеродное и азотное питание. Обязательные аминокислоты, ростовые вещества, витамины и витаминоподобные вещества.	К
2.	Периодические культуры, их особенности, способы получения.	Рост периодической культуры: понятие «периодической культуры», фазы ее роста. Закономерности роста микроорганизмов в разных условиях выращивания. Синхронные культуры и способы их получения.	К,ЛР
3.	Непрерывные культуры, их особенности, способы получения.	Измерение роста микробной клетки и популяции. Время генерации бактерий, скорость роста Техническое оформление процессов роста микроорганизмов на протоке. Возможности проточного культивирования. Кинетическая характеристика популяции в целом и кинетика отдельных химических реакций <i>in vivo</i> .	К,ЛР
4.	Математические методы в изучении роста микроорганизмов	Сущность принципа «минимума» или «узкого места» в проточном культивировании. Хемостат: принцип метода, примеры математического моделирования популяционных процессов. Какие проблемы можно решать, используя проточное культивирование микроорганизмов.	К,ЛР
5.	Обзор пройденного материала	Математическое моделирование популяционных процессов при изучении роста микроорганизмов. Математическая статистика в изучении роста микроорганизмов: достоверные, невозможные, случайные события, а также вероятность и ее уровни. Моделирование роста популяций микроорганизмов в гипотетических условиях внешней среды. Оценка достоверности между двумя выборочными совокупностями в сравнительных экспериментах	К,ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Написание рефератов	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 18.02.2021 г
2	Самоподготовка	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 18.02.2021 г

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа, – в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

При реализации учебной работы по освоению курса "Физиология роста микроорганизмов" используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение

Контролируемые преподавателем дискуссии по темам:

- Измерение роста микробной клетки.
- Измерение роста популяции.
- Время генерации бактерий.
- Скорость роста бактерий.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Физиология роста микроорганизмов».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устного опроса по теме или разделу, доклада-презентации, дискуссиями **промежуточной аттестации** в форме вопросов к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК 1.1. Знает основы фундаментальных и прикладных разделов биологических и экологических дисциплин.	Знает фундаментальные и прикладные разделы физиологии роста микроорганизмов	Устный опрос по разделу № 1 Коллоквиум по теме № 1, 2	Вопрос на экзамене 1-10

2	ИПК 1.2. Умеет планировать и проводить мероприятия по экологическому мониторингу и охране природы.	Знает теоретическую суть мероприятий по экологическому мониторингу микроорганизмов. Умеет охранять прокариот как важный элемент экосистемы от деструктивного влияния эукариот. Владеет навыками охраны микрофлоры от макрофауны.	Устный опрос по разделу № 2 Коллоквиум по теме № 3, 4	Вопрос на экзамене 11-18
3	ИПК 1.3. Владеет современными информационными ресурсами биологического и экологического содержания, и использовать их в профессиональной деятельности.	Знает современные информационные ресурсы биологического и экологического содержания. Умеет профессионально использовать рост микроорганизмов. Владеет способностью к экологической интерпретации физиологии роста микробов.	Устный опрос по разделу № 3 Коллоквиум по теме № 5	Вопрос на экзамене 19-27
4	ИПК 1.4. Умеет анализировать результаты научных экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях, проводить дискуссии на научных мероприятиях.	Знает методы анализа результатов научных экспериментов. Умеет представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях. Владеет списком рецензируемых научных изданий и критериями отличия от нерецензируемых.	Устный опрос по разделу № 4,5. Коллоквиум по теме № 6	Вопрос на экзамене 28-33

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль успеваемости проводится фронтально на каждом занятии для определения теоретической подготовки в виде устного опроса, а также с помощью докладов (рефератов) студентов с мультимедийными презентациями и коллоквиумов.

Перечень вопросов для устного контроля знаний студентов:

Раздел 1: Питание, рост, развитие и размножение микроорганизмов.

Питание микроорганизмов

Особенности роста микроорганизмов

Особенности развития микроорганизмов

Особенности размножения микроорганизмов.

Связь между данными важнейшими жизненными процессами у микроорганизмов.

Раздел 2: Периодические культуры, их особенности, способы получения

Питательные среды для получения периодической культуры.

Значение чистых культур.

Способы культивирования.

Культуральные свойства бактерий в периодической культуре.

Закономерности роста микроорганизмов в разных условиях выращивания

Раздел 3: Непрерывные культуры, их особенности, способы получения

Проточное культивирование микроорганизмов.

Оборудование для проточного культивирования.

Условия проточного культивирования.

Варианты способов проточного культивирования: турбидостат, хемостат, рН-стат, оксигеностат. Отличительные особенности, преимущества и недостатки различных способов проточного культивирования.

Раздел 4: Математические методы в изучении роста микроорганизмов.

Основные понятия теории вероятностей.

Совокупность и варианта.

Вероятность и ее уровни.

Средняя арифметическая и средние квадратичные ошибки.

Доверительные интервалы среднего арифметического.

Оценка достоверности полученных результатов.

Раздел 5. Обзор пройденного материала.

Питание, рост, развитие и размножение.

Питательные среды для получения периодической культуры. Способы культивирования.

Закономерности роста микроорганизмов в разных условиях выращивания.

Варианты способов проточного культивирования: турбидостат, хемостат, рН-стат, оксигеностат. Математические методы в изучении роста микроорганизмов

Критерии оценки:

Оценка «отлично» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи

Оценка «хорошо» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако на все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно» / «зачтено». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

Вопросы к коллоквиумам

Коллоквиум 1. Тема: Методы выращивания культур микроорганизмов

Вопросы для ответа:

- 1 Методы выращивания культур микроорганизмов на плотных питательных средах.
- 2 Методы выращивания культур микроорганизмов на жидких питательных средах
- 3 Принципы составления питательных сред.
- 4 Наиболее употребительные питательные компоненты сред и дополнительные факторы роста микроорганизмов.

Коллоквиум 2. Тема: Питательные вещества

Вопросы для ответа:

- 5 Основные группы питательных веществ.
- 6 Углеродное и азотное питание.
- 7 Обязательные аминокислоты, ростовые вещества,
- 8 Использование витаминов и витаминоподобных веществ при составлении питательных сред

Коллоквиум 3. Тема: Периодические культуры

Вопросы для ответа:

- 9 Рост периодической культуры: понятие «периодической культуры», фазы ее роста.
- 10 Закономерности роста микроорганизмов в разных условиях выращивания.
- 11 Синхронные культуры и способы их получения.

Коллоквиум 4. Тема: Параметры роста

Вопросы для ответа:

- 12 Измерение роста микробной клетки.
- 13 Измерение роста популяции.
- 14 Время генерации бактерий.
- 15 Скорость роста бактерий.

Коллоквиум 5. Тема: Проточное культивирование

Вопросы для ответа:

- 16 Техническое оформление процессов роста микроорганизмов на протоке.
- 17 Возможности проточного культивирования.
- 18 Кинетическая характеристика популяции
- 19 Кинетика отдельных химических реакций *in vivo*.
- 20 Сущность принципа «минимума» или «узкого места» в проточном культивировании

Коллоквиум 6. Тема: Хемостатное культивирование

Вопросы для ответа:

- 21 Хемостат: принцип метода.
- 22 Примеры математического моделирования популяционных процессов при хемостатном культивировании.
- 23 Преимущества и недостатки хемостатного культивирования
- 24 Какие проблемы можно решать, используя проточное культивирование микроорганизмов.

Коллоквиум 7. Тема: Математические методы в изучении роста микроорганизмов

Вопросы для ответа:

- 25 Математическое моделирование популяционных процессов при изучении роста микроорганизмов.
- 26 Математическая статистика в изучении роста микроорганизмов: достоверные, невозможные, случайные события, а также вероятность и ее уровни.
- 27 Моделирование роста популяций микроорганизмов в гипотетических условиях внешней среды.
- 28 Оценка достоверности между двумя выборочными совокупностями в сравнительных экспериментах.

Критерии оценки коллоквиума:

- оценка «отлично» выставляется, если студент демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять практические задания умеет свободно логически, аргументированно, четко и сжато излагать ответы на вопросы с использованием научной терминологии;

- оценка «хорошо» выставляется, если студент продемонстрировал хорошие систематические знания материала, ответы содержат некоторую неточность или не отличаются полнотой изложения;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент дает неполные ответы на вопросы, допускает неточности в формулировках;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не подготовился, не ответил на вопросы или ответил неправильно; показал слабые знания и допустил грубые ошибки

Темы для рефератов:

1. Питание, рост, развитие и размножение микроорганизмов.
2. Методы выращивания культур микроорганизмов на плотных и жидких питательных средах.
3. Принципы составления питательных сред. Основные группы питательных веществ. Углеродное и азотное питание. Обязательные аминокислоты, ростовые вещества, витамины и витаминоподобные вещества.
4. Питательные среды для получения периодической культуры.
5. Способы культивирования микроорганизмов.
6. Проточное культивирование микроорганизмов. Оборудование. Условия культивирования.
7. Варианты способов проточного культивирования: турбидостат, хемостат, рН-стат, оксигеностат (их преимущества и недостатки). Хемостат: принцип метода, примеры математического моделирования популяционных процессов
8. Техническое оформление процессов роста микроорганизмов на протоке. Возможности проточного культивирования.
9. Математическое моделирование популяционных процессов при изучении роста микроорганизмов.
10. Математическая статистика в изучении роста микроорганизмов: достоверные, невозможные, случайные события, а также вероятность и ее уровни.
11. Моделирование роста популяций микроорганизмов в гипотетических условиях внешней среды.

Критерии оценки реферата:

Оценка «зачтено» ставится, если обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему, тема раскрыта, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «не зачтено» ставится, если тема реферата не раскрыта или имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Питание, рост, развитие и размножение микроорганизмов.
2. Связь между данными важнейшими жизненными процессами у микроорганизмов.
3. Методы выращивания культур микроорганизмов на плотных и жидких питательных средах.
4. Принципы составления питательных сред.

5. Наиболее употребительные питательные компоненты сред и дополнительные факторы роста микроорганизмов.
6. Основные группы питательных веществ.
7. Углеродное и азотное питание.
8. Обязательные аминокислоты, ростовые вещества, витамины и витаминоподобные вещества.
9. Значение чистых культур.
10. Питательные среды для получения периодической культуры.
11. Способы культивирования микроорганизмов.
12. Культуральные свойства бактерий в периодической культуре.
13. Закономерности роста микроорганизмов в разных условиях выращивания.
14. Рост периодической культуры: понятие «периодической культуры», фазы ее рост.
15. Закономерности роста микроорганизмов в разных условиях выращивания.
16. Синхронные культуры и способы их получения.
17. Измерение роста микробной клетки и популяции.
18. Время генерации бактерий, скорость роста.
19. Проточное культивирование микроорганизмов. Оборудование. Условия культивирования.
20. Варианты способов проточного культивирования: турбидостат, хемостат, рН-стат, оксигеностат (их преимущества и недостатки).
21. Хемостат: принцип метода, примеры математического моделирования популяционных процессов
22. Техническое оформление процессов роста микроорганизмов на протоке.
23. Возможности проточного культивирования.
24. Кинетическая характеристика популяции в целом и кинетика отдельных химических реакций *in vivo*.
25. Сущность принципа «минимума» или «узкого места» в проточном культивировании.
26. Какие проблемы можно решать, используя проточное культивирование микроорганизмов.
27. Основные понятия теории вероятностей. Совокупность и варианта. Вероятность и ее уровни.
28. Средняя арифметическая и средние квадратичные ошибки. Доверительные интервалы среднего арифметического.
29. Оценка достоверности полученных результатов.
30. Математическое моделирование популяционных процессов при изучении роста микроорганизмов.
31. Математическая статистика в изучении роста микроорганизмов: достоверные, невозможные, случайные события, а также вероятность и ее уровни.
32. Моделирование роста популяций микроорганизмов в гипотетических условиях внешней среды.
33. Оценка достоверности между двумя выборочными совокупностями в сравнительных экспериментах

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания экзамена:

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «отлично»	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки

	профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «хорошо»	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «удовлетворительно»	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «неудовлетворительно»	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом, – в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Общая биотехнология : учебник для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровней бакалавриата, магистратуры и аспирантуры направлений подготовки 19.03.01, 19.04.01 и 19.06.01 "Биотехнология" / под общей редакцией А. И. Мирошникова ; В. В. Ревин, Н. А. Атыкян, Е. В. Лияськина [и др.] ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева". - 3-е изд., доп. и перераб. - Саранск : Изд-во Мордовского университета, 2019. - 414 с. - ISBN 978-5-7103-3809-4

2. Емцев, В. Т. Микробиология [Текст]: учебник для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. - 8-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2014. - 445 с.

5. Зюзина, О.В. Общая микробиология: лабораторный практикум / О.В. Зюзина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 82 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1431-3 ;[Эл. ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445121>.

6. Микробиологический практикум : учебное пособие / К.Л. Шнайдер, М.Н. Астраханцева, З.А. Канарская и др. ; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования Казанский государственный технологический университет. - Казань : Издательство КНИТУ, 2010. - 83 с. : [Электронный ресурс]. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259055>.

7. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03805-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510995>.

8. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 332 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03806-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512707>.

9. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530288>

10. Загоскина, Н. В. Экологическая биотехнология : учебник и практикум для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 99 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16030-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530293>

11. Нетрусов, А. И. Экология микроорганизмов : учебник для бакалавров / А. И. Нетрусов ; ответственный редактор А. И. Нетрусов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 267 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2734-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508952>.

12. Загоскина, Н. В. Генетическая инженерия: учебник и практикум для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 118 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16029-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530292>.

13. Емцев, В. Т. Микробиология : учебник для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — 8-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 428 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06081-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510779>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2. Периодические издания

Название издания	Периодичность выхода (в год)	Место хранения	За какие годы хранится
------------------	------------------------------	----------------	------------------------

Биология.Реферативный журнал.ВИНИТИ	12	РЖ	1970-2020 №1-2
Биоорганическая химия	6	ЧЗ	1975-2008, 2009 № 1-3, 5-6, 2010 - 2018 (1 полугод.)
Биохимия	12	ЧЗ	1944-45, 1947 – 2018 (1полугод.)
Генетика	12	ЧЗ	1965- 2016, 2017 № 1-6
Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии	6	ЧЗ	2010-2018 № 1-3, 2019 № 1-3, № 5-6 , 2020-
Журнал общей биологии	6	ЧЗ	2009-2017 № 1-3, 2018 (1 полугод.)
Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе		ЧЗ	2008 №7-12, 2009- 2012, 2013 № 7-12, 2014-2015 , 2017 № 1-3
Известия ВУЗов Северо-Кавказского региона. Серия: Естественные науки	4	ЧЗ	2010- 2012, 2013№ 1-2, 4-6, 2014-
Известия РАН (до 1993 г. Известия АН СССР). Серия: Биологическая	6	ЧЗ	2009-2018 (1 полугод.)
Использование и охрана природных ресурсов в России	12	ЧЗ	2008-2017 № 1-2
Микробиология	6	ЧЗ	2009-2018 №1-3
Молекулярная биология	6	ЧЗ	2008- 2016, 2017 № 1-3
Прикладная биохимия и микробиология	6	ЧЗ	2008- 2013, 2014 № 1-5, 2015- 2016, 2017 № 1-3
Успехи современной биологии	6	ЧЗ	2008-2017
Экология	6	ЧЗ	2009-2018(1 полугод.)
Экология и жизнь	12	ЧЗ	2003-2012
Экология и промышленность России	12	ЧЗ	2008-2017

1. Базы данных компании «ИВИС» <https://eivis.ru/>
2. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) <https://journals.rcsi.science/>

5.3 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронная библиотека	Научной библиотеки КубГУ
http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web	
Электронный	каталог
Поступления литературы	филиалов
Поступления диссертаций	и авторефератов
Статьи из периодики и научных сборников	с 2016 г.
Статьи из периодики и научных сборников	до 2016 г.
Газеты	и журналы
Электронная библиотека	трудов ученых КубГУ

Электронно-библиотечные системы (ЭБС)

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru/>
2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт» <https://urait.ru/>
4. ЭБС «ZNANIUM» <https://znanium.ru/>
5. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

Профессиональные базы данных российские

1. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
2. Базы данных компании «ИВИС» <https://eivis.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
4. МИАН. Полнотекстовая коллекция математических журналов <http://www.mathnet.ru>
5. Журнал Квантовая электроника <https://quantum-electron.lebedev.ru/arhiv/>
6. Журнал Успехи физических наук <https://ufn.ru/>
7. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) <https://journals.rcsi.science/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная библиотечная система социо-гуманитарного знания «SOCHUM» <https://sochum.ru/>

Информационные справочные системы

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Профессиональные базы данных зарубежные

1. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
2. Полнотекстовая коллекция книг eBook Collections издательства SAGE Publications <https://sk.sagepub.com/books/discipline>
3. Полнотекстовая коллекция книг EBSCO eBook <https://books.kubsu.ru/>
4. Ресурсы Springer Nature <https://link.springer.com/>, <https://www.nature.com/>
5. Chemical Abstracts Service (CAS) SciFinder Discovery Platform <https://scifinder-n.cas.org>
6. Questel. База данных Orbit Premium edition <https://www.orbit.com>
7. Полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing (AIPP Ebook) <https://pubs.aip.org/books>
8. Полнотекстовая архивная коллекция журналов издательства American Institute of Physics Publishing (AIPP Digital Archive) <https://pubs.aip.org/>
9. China National Knowledge Infrastructure. БД CNKI Academic Reference (AR) <https://ar.oversea.cnki.net/>

Базы данных открытого доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <https://www.uspto.gov/patents/search/patent-public-search>
3. Лекториум ТВ - видеолекции ведущих лекторов России <http://www.lektorium.tv/>
4. Приоритетные научные направления РУДН. Специальные коллекции <https://priority-lib.rudn.ru/>

Базы данных КубГУ

1. Открытая среда модульного динамического обучения КубГУ <https://openedu.kubsu.ru/>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
3. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа студентов осуществляется с целью углубления, расширения, систематизации и закрепления полученных теоретических знаний, формирования умений использовать документацию и специальную литературу, развития познавательных способностей и активности, а также формирования самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации, развития исследовательских умений. Перед выполнением самостоятельной работы необходимо четко понимать цели и задачи работы, сроки выполнения, ориентировочный объем, основные требования к результатам работы, критерии оценки. Во время выполнения самостоятельной работы преподаватель может.

Методические рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям:

Работа на лекции является очень важным видом студенческой деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Лектор ориентирует студентов в учебном материале. Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал.

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. или подчеркивать красной ручкой. Целесообразно разработать собственную символику, сокращения слов, что позволит сконцентрировать внимание на важных сведениях. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.). Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе периодические издания соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии, на общении в контактные часы. Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы. План подготовки к лекции:

- ознакомиться с темой лекции
- ознакомиться с предложенными вопросами
- изучить соответствующий материал
- ознакомиться с литературой по теме

Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам:

В процессе подготовки к лабораторной работе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, темами и планами лабораторных занятий, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины, провести анализ основной учебной литературы, после чего работать с рекомендованной дополнительной литературой. При устном выступлении по контрольным вопросам лабораторного занятия нужно излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект профессиональных компетенций. По окончании лабораторного занятия следует повторить выводы, сконструированные в ходе устного опроса, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого в течение опроса других учащихся следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала следует обратиться к

преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.

Схема подготовки к лабораторным работам:

- ознакомиться с темой, целью и задачами работы;
- рассмотреть предложенные вопросы;
- изучить лекционный материал, основную и дополнительную литературу;
- ознакомиться с лабораторными заданиями и ходом их выполнения;
- ознакомиться с оборудованием занятия;
- выполнить задания в соответствии с ходом работы;
- письменно оформить выполненную работу;
- подвести итог и сделать структурированные выводы.

Методические рекомендации по подготовке презентаций:

- ознакомиться с темой, целью и задачами
- составить план презентации согласно освоенному теоретическому материалу
- произвести поиск в лекционном материале, основной и дополнительной литературе фактического материала по теме
 - произвести поиск иллюстративного материала в сети "интернет"
 - составить презентацию при помощи специализированного ПО
 - составить доклад по иллюстративному материалу презентации
 - отрепетировать презентацию перед сдачей

Методические рекомендации по подготовке к коллоквиуму:

- ознакомиться с темой и вопросами коллоквиума
- изучить лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме
- написать ответ на предложенный вопрос
- объем письменного ответа от 3 до 4 страниц, время выполнения до 90 минут

Методические рекомендации по подготовке к экзамену:

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче экзамена - это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать экзамен. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки к экзамену студент вновь обращается к изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса; подготовка к ответу на задания, содержащиеся в билетах. Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал дисциплины, включая вопросы, отведенные для самостоятельного изучения. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы; готовиться к экзамену необходимо начинать с первой лекции.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор аудиосистема, компьютер/ноутбук, соответствующим программным обеспечением (ПО).	Microsoft Windows Microsoft Office

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор аудиосистема, компьютер/ноутбук, соответствующим программным обеспечением (ПО).	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения практических занятий. Аудитория.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор аудиосистема, компьютер/ноутбук, соответствующим программным обеспечением (ПО).	Microsoft Windows Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.437а)	Мебель: учебная мебель Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационнообразовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi), мультимедийный телеэкран	Microsoft Windows Microsoft Office