

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры
Ярмоленко И.В.
_____ 2020 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Ястребинский Р.Н.
_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Математическое моделирование в биотехнологических процессах

(специальность):

19.04.01 Биотехнология

Направленность программы (профиль, специализация):

Биотехнология в промышленности и АПК

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Институт магистратуры
Кафедра Промышленной экологии

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.04.01 – «Биотехнология», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 21 ноября 2014 г. № 1495 (ред. от 20.04.2016)
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2020 году.

Составитель (составители):

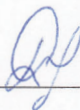

(ученая степень и звание, подпись)

(А.В. Четвериков)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«13» ноября 2020 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент


(ученая степень и звание, подпись)

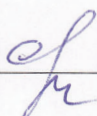
(Д.Н. Старченко)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)

промышленной экологии

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: докт. техн. наук, профессор


(ученая степень и звание, подпись)

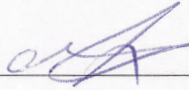
(С.В. Свергузова)
(инициалы, фамилия)

«13» ноября 2020 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«16» ноября 2020 г., протокол № 3

Председатель канд. техн. наук, доцент


(ученая степень и звание, подпись)

(Л.А. Порожнюк)
(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать основы культуры мышления, анализа и восприятия информации;</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - воспринимать и обобщать информацию; - ставить цель и выбирать пути её достижения; <p>Владеть методами анализа и обобщения информации, включая методы социальных, гуманитарных экономических и прочих дисциплин;</p>
2	ОПК-4	Готовность использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовность к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и методы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики; - математические методы в биологических исследованиях. <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать математические методы в решении прикладных задачах профессиональной деятельности; - экспериментально проверять теоретические гипотезы, используя достигнутый уровень знаний. <p>Владеть основными методами математического и функционального анализа, основными понятиями и теоремами теории вероятностей.</p>
3	ОПК-5	Способность использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей, способность использовать базы данных, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет») для решения задач профессиональной деятельности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - сущность работы с компьютером как средством управления информацией; - сущность работы в интернете и получения информации в глобальных сетях; <p>Уметь: использовать, хранить и перерабатывать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей.</p> <p>Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации для решения задач профессиональной деятельности.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Современные научные исследования в биологии, экологии и биотехнологии

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	17	17
практические	34	34
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	57	57
Подготовка к лекциям	7	7
Подготовка к практическим занятиям	20	20
Выполнение домашних заданий	20	20
Подготовка к зачету	10	10
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)		Зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час		
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1. Теоретические основы математического моделирования				
	Понятие математического моделирования. Сущность и общие принципы системного анализа. Методология математического моделирования. Преимущества и основные этапы компьютерного моделирования. Понятие математической модели. Полнота, точность, адекватность, экономичность, робастность, продуктивность математических моделей. Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям.	4	2	5
2. Методология компьютерного моделирования				
	Основные этапы компьютерного математического моделирования. Методы построения математических моделей.	3	2	4
3. Особенности моделирования биотехнологических процессов				
	Фазы развития клеточных культур. Общие принципы моделирования популяции микроорганизмов. Способы описания кинетики роста популяции микроорганизмов. Способы культивирования микроорганизмов. Идеальные реакторы для изучения кинетики клеточного роста.	5	2	8
4. Математические и кинетические модели биотехнологических процессов				
	Основные виды биохимической деятельности микробиообъектов, используемых в биотехнологии. Основные кинетические модели биотехнологических процессов. Основные типы многофакторных уравнений. Многофакторные уравнения со смешанными факторами. Уравнения, описывающие отмирание микроорганизмов. Уравнения зависимости скорости роста микроорганизмов от температуры и pH среды. Уравнения скорости биосинтеза продуктов.	5	20	25
5. Статистические методы анализа данных				
	Зависимые и независимые переменные. Зависимости между переменными. Статистическая значимость и количество выполненных анализов. Эксперименты в науке и промышленности. Дисперсионный анализ. Основные типы планов, используемые в промышленности.		8	15
	ВСЕГО	17	34	57

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	Понятие математической модели	Методы оценки адекватности математических моделей.	2	1
2	Методология компьютерного моделирования	Средства компьютерного моделирования математических моделей.	2	1
3	Особенности моделирования биотехнологических процессов	Экспоненциальная фаза роста клеточных культур.	2	1
4	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Ингибирование и активация клеточного роста.	4	2
5	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Кинетика клеточного роста в переходном состоянии.	2	1
6	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Кинетика тепловой гибели клеток и спор.	2	1
7	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Неструктурированные модели клеточного роста в периодических процессах. Структурированные модели кинетики клеточного роста.	4	2
8	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Оптимизация клеточного роста.	2	1
9	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Кинетика образования популяциями клеток продуктов метаболизма. Сегрегированные модели кинетики клеточного роста и образования продуктов метаболизма.	6	4
10	Статистические методы анализа данных	Элементарные понятия статистики. Планирование эксперимента.	8	6
ИТОГО:			34	20
ВСЕГО:			54	

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

Перечень вопросов к зачёту

1. Что такое математическое моделирование
2. В чём заключается сущность системного анализа
3. Методология математического моделирования.
4. Особенности компьютерного моделирования.
5. Что такое математическая модель?
6. Перечислите основные свойства математических моделей.
7. Как классифицируют математические модели?
8. Какие требования предъявляют к математическим моделям?
9. Перечислите основные этапы компьютерного математического моделирования.
10. Какие существуют методы построения математических моделей?
11. Перечислите фазы развития клеточных культур.
12. Перечислите общие принципы моделирования популяции микроорганизмов.
13. Какие существуют способы описания кинетики роста популяции микроорганизмов?
14. Какие способы культивирования микроорганизмов Вы знаете?
15. Каким образом изучают кинетику клеточного роста?
16. Перечислите основные виды биохимической деятельности микробъектов, используемых в биотехнологии.
17. Перечислите основные кинетические модели биотехнологических процессов.
18. Какие типы многофакторных уравнений Вы знаете?
19. В чём сущность планирования эксперимента?
20. Чем отличаются эксперименты в науке и промышленности?
21. В чём заключается дисперсионный анализ?
22. Какие типы планов используют в промышленности?
23. Какие основные статистики и таблицы применяются при обработке экспериментальных данных?
24. Какие графические методы анализа данных Вы знаете?

25. Что такое множественная регрессия?

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Не предусмотрено.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Темы письменных заданий:

- 1) Конспектирование вопросов, вынесенных на самостоятельную обработку:
 - Основные статистики и таблицы – 3 часа.
 - Графические методы анализа данных – 3 часа.
 - Множественная регрессия – 3 часа.
- 2) «Обработка экспериментальных данных, получение и анализ математической модели биологического процесса» - 11 часов.

5.4. Перечень контрольных работ.

Не предусмотрено.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Иванов, В.И. Математические методы в биологии. — Кемерово: Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2012. — 196 с.
2. Миронов, П. В. Моделирование и масштабирование биотехнологических процессов : учебное пособие / П. В. Миронов, Е. В. Алаудинова, В. В. Тарнопольская. — Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2017. — 114 с. <https://e.lanbook.com/book/147483>.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов. — СПб.: Лань, 2014. — 176 с.
2. Братусь, А.С. Динамические системы и модели биологии / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 400 с.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционная аудитория с интерактивной доской или проекционной техникой. Компьютерный класс с установленным программным обеспечением Microsoft Office.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «13» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____



подпись, ФИО

С.В. Свергузова

Директор института _____



подпись, ФИО

Р.Н. Ястребинский

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБ-
РАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

дисциплины

«Математическое моделирование в биотехнологических процессах»

направление подготовки (специальность):

19.04.01 Биотехнология

Направленность программы:

Биотехнология в промышленности и АПК

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: **Химико-технологический**

Кафедра: **Промышленной экологии**

Белгород – 2020

Фонд оценочных средств (ФОС) дисциплины представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Фонд оценочных средств составлен на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.04.01 – «Биотехнология», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 21 ноября 2014 г. № 1495
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2020 г.
- Рабочей программы дисциплины (модуля, практики)

Составитель (составители): _____ (А.В. Четвериков)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Заведующий кафедрой: к.т.н. доцент _____ (Д.Н. Старченко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

«13» ноября 2020 г.

Фонд оценочных средств согласован с выпускающей кафедрой

Промышленной экологии

_____ (наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н. профессор _____ (С.В. Свергузова)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

«13» ноября 2020 г.

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать основы культуры мышления, анализа и восприятия информации;</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - воспринимать и обобщать информацию; - ставить цель и выбирать пути её достижения; <p>Владеть методами анализа и обобщения информации, включая методы социальных, гуманитарных экономических и прочих дисциплин;</p>
2	ОПК-4	Готовность использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовность к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и методы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики; - математические методы в биологических исследованиях. <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать математические методы в решении прикладных задач профессиональной деятельности; - экспериментально проверять теоретические гипотезы, используя достигнутый уровень знаний. <p>Владеть основными методами математического и функционального анализа, основными понятиями и теоремами теории вероятностей.</p>
3	ОПК-5	Способность использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей, способность использовать базы данных, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет») для решения задач профессиональной деятельности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - сущность работы с компьютером как средством управления информацией; - сущность работы в интернете и получения информации в глобальных сетях; <p>Уметь: использовать, хранить и перерабатывать информацию, использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей.</p> <p>Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации для решения задач профессиональной деятельности.</p>

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	17	17
практические	34	34
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	57	57
Подготовка к лекциям	7	7
Подготовка к практическим занятиям	20	20
Выполнение домашних заданий	20	20
Подготовка к зачету	10	10
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет	зачет

3. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

3.1 Компетенция ОК-1 Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Современные научные исследования в биологии, экологии и биотехнологии
2	Математическое моделирование в биотехнологических процессах
3	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты

На стадии изучения дисциплины «Математическое моделирование в биотехнологических процессах» компетенция формируется следующими этапами.

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основы культуры мышления, анализа и восприятия информации.	- воспринимать и обобщать информацию; - ставить цель и выбирать пути её достижения;	методами анализа и обобщения информации, включая методы социальных, гуманитарных экономических и прочих дисциплин.
Виды занятий	Лекционные, практические занятия	Лекционные, практические занятия	Лекционные, практические занятия
Используемые средства оценивания	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий

На данной стадии используются следующие показатели и критерии сформированности компетенции.

Этапы освоения Уровни освоения	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Глубоко и всесторонне усвоить основные принципы и основы культуры мышления, анализа и восприятия информации; уверенно, логично, последовательно и грамотно излагать материал, отвечая на вопросы	Самостоятельно воспринимать и обобщать информацию; самостоятельно ставить цель и выбирать пути её достижения.	Методами анализа и обобщения информации, включая методы социальных, гуманитарных экономических и прочих дисциплин.
Хорошо (базовый уровень)	В рамках изучаемых разделов усвоить основные принципы и основы культуры мышления, анализа и восприятия информации; уверенно, логично, последовательно и	Самостоятельно воспринимать и обобщать информацию; самостоятельно ставить цель и выбирать пути её достижения.	Способен самостоятельно выполнять анализ и обобщение информации заданным методом

	грамотно излагать материал, отвечая на вопросы		
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обучающийся допускает неточности при рассмотрении вопросов принципов и основы культуры мышления, анализа и восприятия информации; логично, последовательно и грамотно излагать материал, отвечая на вопросы	Допускает неточности и ошибки при обобщении информации; самостоятельно ставить цель и выбирать пути её достижения.	Самостоятельно и корректно выполнять предписанные действия по анализу и обобщению информации

3.2 Компетенция ОПК-4_Готовность использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовность к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Математическое моделирование в биотехнологических процессах
2	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты

На стадии изучения дисциплины «Математическое моделирование в биотехнологических процессах» компетенция формируется следующими этапами.

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	- основные понятия и методы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики; - математические методы в биологических исследованиях.	- использовать математические методы в решении прикладных задачах профессиональной деятельности; - экспериментально проверять теоретические гипотезы, используя достигнутый уровень знаний.	основными методами математического и функционального анализа, основными понятиями и теоремами теории вероятностей
Виды занятий	Лекционные, практические занятия	Лекционные, практические занятия	Лекционные, практические занятия
Используемые средства оценивания	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий

На данной стадии используются следующие показатели и критерии сформированности компетенции.

Этапы освоения Уровни освоения	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Глубоко и всесторонне усвоил основные понятия и методы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики; математические методы в биологических исследованиях.	Самостоятельно использовать математические методы в решении прикладных задач профессиональной деятельности; Самостоятельно экспериментально проверять теоретические гипотезы, используя достигнутый уровень знаний.	Методами математического и функционального анализа, основными понятиями и теоремами теории вероятностей
Хорошо (базовый уровень)	Усвоить основные понятия и методы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики; математические методы в биологических исследованиях.	Самостоятельно использовать математические методы в решении прикладных задач профессиональной деятельности; Самостоятельно экспериментально проверять теоретические гипотезы, используя достигнутый уровень знаний.	Основными методами математического и функционального анализа, основными понятиями и теоремами теории вероятностей
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обучающийся допускает неточности при рассмотрении основных понятий и методов математического анализа, теории вероятностей и математической статистики; математических методов в биологических исследованиях.	Частью самостоятельно и при помощи использовать математические методы в решении прикладных задач профессиональной деятельности; Самостоятельно экспериментально проверять теоретические гипотезы, используя достигнутый уровень знаний.	Основными методами математического и функционального анализа, основными понятиями и теоремами теории вероятностей

3.3 Компетенция ОПК-5 Способность использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей, способность использовать базы данных, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет») для решения задач профессиональной деятельности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Математическое моделирование в биотехнологических процессах
2	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты

На стадии изучения дисциплины «Математическое моделирование в биотехноло-

гических процессах» компетенция формируется следующими этапами.

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	- сущность работы с компьютером как средством управления информацией; - сущность работы в интернете и получения информации в глобальных сетях;	использовать, хранить и перерабатывать информацию, использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей.	основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации для решения задач профессиональной деятельности.
Виды занятий	Лекционные, практические занятия	Лекционные, практические занятия	Лекционные, практические занятия
Используемые средства оценивания	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий

На данной стадии используются следующие показатели и критерии сформированности компетенции.

Этапы освоения Уровни освоения	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Глубоко и всесторонне усвоить сущность работы с компьютером как средством управления информацией; сущность работы в интернете и получения информации в глобальных сетях;	Самостоятельно использовать, хранить и перерабатывать информацию, использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей.	Самостоятельно владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации для решения задач профессиональной деятельности.
Хорошо (базовый уровень)	Глубоко усвоить сущность работы с компьютером как средством управления информацией; сущность работы в интернете и получения информации в глобальных сетях;	Использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей.	Основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации для решения задач профессиональной деятельности.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обучающийся допускает неточности при	Использовать современные информационные	Основными методами, способами и средствами

вень)	рассмотрении возможностей работы с компьютером как средством управления информацией; Усвоил сущность работы в интернете и получения информации в глобальных сетях;	технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей.	получения, хранения, переработки информации для решения задач профессиональной деятельности.
-------	---	--	--

4.

ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

4.1. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	Понятие математической модели	Методы оценки адекватности математических моделей.	2	1
2	Методология компьютерного моделирование	Средства компьютерного моделирования математических моделей.	2	1
3	Особенности моделирования биотехнологических процессов	Экспоненциальная фаза роста клеточных культур.	2	1
4	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Ингибирование и активация клеточного роста.	4	2
5	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Кинетика клеточного роста в переходном состоянии.	2	1
6	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Кинетика тепловой гибели клеток и спор.	2	1
7	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Неструктурированные модели клеточного роста в периодических процессах. Структурированные модели кинетики клеточного роста.	4	2
8	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Оптимизация клеточного роста.	2	1
9	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Кинетика образования популяциями клеток продуктов метаболизма. Сегрегированные модели кинетики клеточного роста и образования продуктов метаболизма.	6	4

10	Статистические методы анализа данных	Элементарные понятия статистики. Планирование эксперимента.	8	6
ИТОГО:			34	20
ВСЕГО:			54	

Целью разработанного учебного курса является овладение навыками моделирования и анализа биотехнологических процессов, характерными для биологических и экологических исследований.

Для реализации данной цели в курсе решаются задачи по выработке умений: 1) сбор и обобщение информации, постановка цели для решения проблемы; 2) определение возможных путей решения проблемы, оценка и выбор; 3) определение необходимых математических методов, подходящих для выбранного пути решения проблемы; 4) построение математических моделей, их анализ; 5) обработка результатов моделирования, представление их в подходящем виде.

Контроль знаний студентов осуществляется в форме выполнения домашних заданий и собеседований по итогам практических работ

Примеры заданий

Построение математической модели по имеющимся результатам многофакторных экспериментов.

Оптимизация параметров исследуемого технологического процесса методом наискорейшего спуска.

Критерии оценивания практических заданий

Оценка	Критерии оценивания
5	Практическое задание выполнено полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при расчетах, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения при составлении отчета, представляет полные и развернутые ответы на основные и дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при расчетах, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения при составлении отчета, представляет полные ответы на основные вопросы, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, присутствуют незначительные ошибки при расчетах, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и

Оценка	Критерии оценивания
	аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

4.2. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрены.

4.3. Перечень контрольных вопросов к зачету

1. Что такое математическое моделирование
2. В чём заключается сущность системного анализа
3. Методология математического моделирования.
4. Особенности компьютерного моделирования.
5. Что такое математическая модель?
6. Перечислите основные свойства математических моделей.
7. Как классифицируют математические модели?
8. Какие требования предъявляют к математическим моделям?
9. Перечислите основные этапы компьютерного математического моделирования.
10. Какие существуют методы построения математических моделей?
11. Перечислите фазы развития клеточных культур.
12. Перечислите общие принципы моделирования популяции микроорганизмов.
13. Какие существуют способы описания кинетики роста популяции микроорганизмов?
14. Какие способы культивирования микроорганизмов Вы знаете?
15. Каким образом изучают кинетику клеточного роста?
16. Перечислите основные виды биохимической деятельности микрообъектов, используемых в биотехнологии.
17. Перечислите основные кинетические модели биотехнологических процессов.
18. Какие типы многофакторных уравнений Вы знаете?


19. В чем сущность планирования эксперимента?
20. Чем отличаются эксперименты в науке и промышленности?
21. В чем заключается дисперсионный анализ?
22. Какие типы планов используют в промышленности?
23. Какие основные статистики и таблицы применяются при обработке экспериментальных данных?
24. Какие графические методы анализа данных Вы знаете?
25. Что такое множественная регрессия?

Методические материалы

Литература для подготовки к учебным занятиям – практическим занятиям, самоподготовке приведена в п. 6 «Основная и дополнительная литература» рабочей программы дисциплины.

5. УТВЕРЖДЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Утверждение ФОС без изменений на 2021/2022 учебный год

Заведующий кафедрой  Свергузова С.В.
подпись, ФИО