

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ООП  
Пругенская Е.А.

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа дисциплины

**Основы математического моделирования  
технологических процессов**

Закреплена за кафедрой: **Биохимии и биотехнологии**

Направление подготовки: **19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**

Направленность (профиль): **Технология и экспертиза пищевых ингредиентов и биологически активных добавок**

Квалификация: **Бакалавр**

Форма обучения: **заочная**

Семестр: **4**

Программу составил(и):

*канд. хим. наук, доц., Филатова А.Е.*

Тверь, 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины (модуля):

освоения дисциплины сформировать системное базовое представление, первичные знания, умения и навыки студентов по видам оптимизационных задач на основе

современных информационных технологий и компьютерных систем.

### Задачи:

Для достижения перечисленных целей при изучении дисциплины ставятся следующие

задачи:

- дать общие представления об основных классах оптимизационных задач;
- дать представление о основных методах решения оптимизационных задач;
- подготовить студентов к применению полученных знаний и обучение в магистратуре

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: ФТД

### Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Введение в технологию пищевых продуктов

Математика

**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

Процессы и аппараты пищевых производств

Технологическая практика

Общая технология пищевых производств

Физико-химические методы анализа продовольственного сырья и ингредиентов продуктов питания

Физико-химические основы и общие принципы переработки растительного сырья

Электротехника и электроника

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| <b>Общая трудоемкость</b> | 2 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану   | 72    |
| <b>в том числе:</b>       |       |
| аудиторные занятия        | 8     |
| самостоятельная работа    | 60    |
| часов на контроль         | 4     |

## 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1.1: Использует информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания из растительного сырья

ОПК-1.2: Оценивает состав, функции и возможности использования информационных и телекоммуникационных технологий для автоматизированной обработки информации с использованием персональных ЭВМ и вычислительных систем

ОПК-1.3: Применяет основные методы и приёмы обеспечения информационной безопасности в процессе производства продуктов питания из растительного сырья

УК-1.1: Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие

УК-1.2: Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи

УК-1.3: Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов

УК-1.4: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения

УК-6.1: Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей

## 5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Виды контроля на курсах: |   |
| зачеты                   | 4 |

## 6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

## 7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занят. | Наименование разделов и тем   | Вид занятия | Семестр / Курс | Часов | Источники                    | Примечание |
|------------|---|-------------|----------------|-------|------------------------------|------------|
|            | Раздел 1. Понятие о математическом моделировании технологических процессов    |             |                |       |                              |            |
| 1.1        | Понятия «моделирование» и «модель». Математические модели и их классификации. | Лек         | 4              | 1     | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |            |
| 1.2        | Понятия «моделирование» и «модель». Математические модели и их классификации. | Ср          | 4              | 6     | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |            |
| 1.3        | Построение математической модели и вычислительный эксперимент.                | Пр          | 4              | 1     | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |            |
| 1.4        | Построение математической модели и вычислительный эксперимент.                | Ср          | 4              | 6     | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |            |
| 1.5        | Математическое моделирование в производственных процессах.                    | Пр          | 4              | 2     | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |            |
| 1.6        | Математическое моделирование в производственных процессах.                    | Ср          | 4              | 6     | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |            |

|     |   |     |   |    |                              |  |
|-----|---|-----|---|----|------------------------------|--|
| 1.7 | Моделирование продуктов питания.  | Лек | 4 | 2  | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |  |
| 1.8 | Моделирование продуктов питания.  | Ср  | 4 | 4  | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |  |
|     | Раздел 2. Практическое применение методов математического моделирования.                        |     |   |    |                              |  |
| 2.1 | Априорное ранжирование факторов   | Ср  | 4 | 2  | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |  |
| 2.2 | Априорное ранжирование факторов   | Ср  | 4 | 3  | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |  |
| 2.3 | Планирование и проведение активного эксперимента. Первичная обработка экспериментальных данных. | Лек | 4 | 1  | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |  |
| 2.4 | Планирование и проведение активного эксперимента. Первичная обработка экспериментальных данных. | Ср  | 4 | 7  | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |  |
| 2.5 | Полный и дробный факторный эксперимент. Оптимизация технологических процессов.                  | Ср  | 4 | 6  | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |  |
| 2.6 | Полный и дробный факторный эксперимент. Оптимизация технологических процессов.                  | Ср  | 4 | 10 | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |  |
| 2.7 | Математическое моделирование рецептур продуктов питания из растительного сырья.                 | Ср  | 4 | 10 | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |  |
| 2.8 | Математическое моделирование рецептур продуктов питания из растительного сырья.                 | Пр  | 4 | 1  | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4 |  |

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Вопрос 1

Модель - это ...

объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала.

объект любой природы, который при исследовании способен замещать реально существующий объект с целью получения новой информации о последнем.

объект, внешне похожий на оригинал.

Вопрос 2

Моделирование - это ...

предсказание свойств изучаемого объекта.

изучение свойств объекта.

процесс построения модели и изучения её свойств с целью получения новых знаний об объекте.

метод познания окружающего мира.

Вопрос 3

Математической моделью является:

уравнение

макет самолета

диаграмма

чертеж

Вопрос 4

Статистической величиной является:

температура вашего тела в данный момент времени.

максимальная скорость автомобиля.

минимальное значение некоторой функции на отрезке.

среднее число осадков, выпавших в разных регионах страны в течение года.

Вопрос 5

Упорядочение информации по определенному признаку называется ...

моделированием.

формализацией.

сортировкой.

систематизацией.

Вопрос 6

Правильный порядок указанных этапов математического моделирования процесса:

1) построение модели; проверка адекватности модели; интерпретация результатов моделирования;

3) анализ информации; формулирование гипотезы исследования; выбор входных и выходных параметров;

2) формализация задачи; планирование и проведение эксперимента; обработка результатов эксперимента;

4) формулирование проблемы; определение объекта исследования; постановка задачи.

Вопрос 7

Какая теория лежит в основе моделирования?

Теория большого взрыва.

Теория подобия.

Теория модернизации.

Теория познания.

Вопрос 8

Метод наименьших квадратов позволяет построить ...

табличные модели.

словесные модели.

регрессионные модели.

логические модели.

Вопрос 9

График регрессионной модели называется ...

систематизацией.

формализацией.

моделированием.

трендом.

Вопрос 10

Регрессионная модель в виде линейной функции соответствует:

$$Y=46,361x-99,881$$

$$Y=843x^4-17,397x^2+50,17$$

$$Y=3,4306e0,7555x$$

$$Y=21,845x^2-106,97x+150,21$$

## 8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Вопрос 1

Прогнозирование за пределами экспериментальных данных называется ...

экстраполяцией.

восстановлением значения.

коэффициентом детерминированности.

коэффициентом корреляции.

Вопрос 2

Мерой корреляционной зависимости является ...

интерполяция.

коэффициент детерминированности.

экстраполяция.

коэффициент корреляции.

Вопрос 3

Какое значение принимает коэффициент при слабой корреляции?

По модулю близко к единице.

Меньше -1.

Больше 1.

Близко к нулю.

Вопрос 4

Определить самую удачную регрессионную модель.

$$y=46,361x-99,881; R^2=0.8304.$$

$$y=3,4306e0,7555x; R^2=0.9716.$$

$$y = 0,1017x^4 - 1,5548x^3 + 9,3282x^2 - 16,349x + 27,389 R^2 = 0,9904.$$

$$y=21,845x^2-106,97x+150,21; R^2=0.9767.$$

Вопрос 5

Полный факторный эксперимент (ПФЭ) - это ...

эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания всех уровней всех входных факторов.

активный эксперимент с полным изучением всех основных факторов.

пассивный эксперимент с полным изучением всех основных факторов.

Вопрос 6

Матрицы ПФЭ обладают следующими общими свойствами:

ротатабельность;

условие нормировки.

тождественность;

ортогональность;

симметричность относительно центра эксперимента;

Вопрос 7

Построение плана эксперимента - это выбор уровней входных параметров относительно ...

верхнего предела.

нижнего предела.

средних значений факторов.

нулевого уровня.

Вопрос 8

Результатом процесса формализации является ...

математическая модель.

предметная модель.

графическая модель.

описательная модель.

Вопрос 9

Если из анализа априорной информации известно, что исследуемая зависимость является линейной, то достаточно реализовать эксперимент, в котором каждый входной фактор имеет только ...

три уровня.

два уровня.

один уровень.

Вопрос 10

Число строк в матрице планирования ПФЭ равно ...

количеству факторов.

количеству опытов.

может быть различным.

Примеры тестовых заданий для самостоятельной работы

1. Какие различают эксперименты по способу организации?

1. Пассивный и активный;

2. Активный и основной;

3. Пассивный и вспомогательный

2. При каком эксперименте объект исследования наблюдают, результаты регистрируют и обрабатывают?

1. Основном; 2. Пассивном;

3. Активном; 4. Вспомогательном

3. При каком эксперименте варьируемые факторы целенаправленно изменяют?

1. Основном; 2. Пассивном;

3. Активном; 4. Вспомогательном

4. Процедура выбора числа опытов и условий проведения, необходимых и достаточных для решения задачи с требуемой точностью называется

1. Постановкой задачи;

2. Условием проведения;

3. Экспериментальной установкой;

4. Планированием эксперимента

5. Эксперимент, который ставится для решения задач оптимизации (поиска экстремума некоторой функции), называется

1. Завершенным; 2. Первоначальным;

3. Промежуточным; 4. Функциональным;

5. Экстремальным

6. Какую задачу решает эксперимент, в результате которого устанавливается связь между откликом и действующими на него факторами?

1. Построение математической модели;

2. Оптимизации;

3. Устранения помех

7. Каким кибернетическим понятием удобно пользоваться для описания объекта исследования?

1. Неизвестность

2. Черный ящик

3. ЭВМ

8. Как называются управляемые входные параметры?

1. Откликом; 2. Помехами; 3. Факторами

4. Уровнями

9. Как называются неуправляемые входные параметры?  
 1. Откликом; 2. Уровнями; 3. Факторами  
 4. Помехами
10. Как называются выходные параметры эксперимента?  
 1. Опытом; 2. Помехами; 3. Факторами  
 4. Уровнями; 5. Откликом
11. Как называются выходные параметры в задачах экспериментальной оптимизации эксперимента?  
 1. Параметром оптимизации; 2. Помехами;  
 3. Факторами 4. Уровнями; 5. Откликом
12. Как называются конкретные значения факторов?  
 1. Опытом; 2. Уровнями; 3. Фактора

### 8.3. Требования к рейтинг-контролю

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 9.1.1. Основная литература

| Шифр | Литература  |
|------|---|
| Л1.1 | Маликов, Основы математического моделирования, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-15279-1,<br>URL: <a href="https://urait.ru/bcode/544601">https://urait.ru/bcode/544601</a>  |
| Л1.2 | Аверченков, Федоров, Хейфец, Основы математического моделирования технических систем, Москва: Издательство "Флинта", 2011, ISBN: 978-5-9765-1278-8,<br>URL: <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=284691">https://znanium.com/catalog/document?id=284691</a> |
| Л1.3 | Нагаева И. А., Кузнецов И. А., Основы математического моделирования и численные методы, Санкт-Петербург: Лань, 2024, ISBN: 978-5-507-47347-2,<br>URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/362324">https://e.lanbook.com/book/362324</a>                                 |
| Л1.4 | Родионов Ю. В., Нахман А. Д., Основы математического моделирования, Тамбов: ТГТУ, 2018, ISBN: 978-5-8265-1886-1,<br>URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/319745">https://e.lanbook.com/book/319745</a>  |

#### 9.3.1 Перечень программного обеспечения

|   |  |
|---|--|
| 1 | Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows |
| 2 | Adobe Acrobat Reader                       |
| 3 | WinDjView                                  |
| 4 | ABBYY Lingvo x5                            |
| 5 | OpenOffice                                 |
| 6 | Foxit Reader                               |

#### 9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

|   |   |
|---|---|
| 1 | ЭБС «ZNANIUM.COM»                       |
| 2 | ЭБС «ЮРАИТ»                             |
| 3 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» |
| 4 | ЭБС IPRbooks                            |



|   |  |
|---|--|
| 5 | ЭБС «Лань»   |
| 6 | ЭБС ВООК.ru  |
| 7 | ЭБС ТвГУ   |
| 8 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы) |
| 9 | Репозиторий ТвГУ   |

#### 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Аудит-я | Оборудование   |
|---------|--|
| 5-306   | переносной мультимедийный комплекс, переносной ноутбук, стационарный экран, учебная мебель |
| 5-308   | мультимедийный комплекс, переносной ноутбук, учебная мебель                                |
| 5-307   | Комплект учебной мебели, переносной ноутбук, переносной мультимедийный проектор            |

#### 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Методические рекомендации к практическим занятиям с практик ориентированными заданиями

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы. В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента и оценивается по критериям