

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Крылова Людмила Вячеславовна  
Должность: Проректор по учебно-методической работе  
Дата подписания: 29.12.2025 13:44:59  
Уникальный программный ключ:  
b066544bae1e449cd8bfce392f724674a17101

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭКОНОМИКИ И  
ТОРГОВЛИ ИМЕНИ МИХАИЛА ТУГАН-БАРАНОВСКОГО»**

**КАФЕДРА ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.03.02 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Укрупненная группа направлений подготовки 19.00.00 Промышленная экология и биотехнологии

Программа высшего образования - программа магистратуры

Направление подготовки 19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания

Профиль -

Факультет ресторанно-гостиничного бизнеса

Форма обучения, курс:

очная форма обучения 1 курс

заочная форма обучения 2 курс

*Рабочая программа адаптирована для лиц  
с умеренными нарушениями функций зрения, слуха и речи*

**Донецк  
2025**

*Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование технологических процессов пищевых продуктов» для обучающихся по направлению подготовки 19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания разработанная в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ»;*

- 202 г. - для очной формы обучения,
- 202 г. - для заочной формы обучения

Разработчики: (ФИО, должность, учёная степень, учёное звание)

Гордиенко А. В. - доцент, канд. техн. наук, доцент 

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры оборудования пищевых производств

Протокол от «24 » февраля 2025 года № 23

Зав. кафедрой оборудования пищевых производств

 КАФЕДРА  
ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ  
V.A. Парамонова  
(подпись) (инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО:

Декан Факультета ресторанного-гостиничного бизнеса

 И. В. Кощавка  
(подпись) (инициалы, фамилия)

« 26 » февраля 2025 года



ОДОБРЕНО

Учебно-методическим советом ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ»

Протокол от «26 » февраля 2025 года № 7

Председатель

  
(подпись)

Л. В. Крылова

(инициалы, фамилия)

© Гордиенко А. В., 2025

© ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 2025

## 1. ОПИСАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование показателей	Отрасль знаний, направление подготовки <b>образовательно-квалификационный уровень</b>	Характеристика учебной дисциплины	
		очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц – 3	Укрупненная группа <u>19.00.00 Промышленная экология и биотехнологии</u>	<i>Обязательная часть</i>	
Модулей - 1			<b>Год подготовки:</b>
Смысловых модулей - 3	Направление подготовки <u>19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания</u>	1	1
Индивидуальные научно-исследовательские задания:			<b>Семестр</b>
Общее количество часов Общее количество часов - 108	Профиль, специализация -	2-й сем.	2-й
		<b>Лекции</b>	
		16 час.	6 час.
		<b>Практические, семинарские занятия</b>	
		16 час.	4 час.
		<b>Лабораторные</b>	
		не предусмотрены	не предусмотрены
		<b>Самостоятельная работа</b>	
		45,8 часа.	50,7 час.
		<b>Индивидуальные задания:</b>	
		30,2	11,3
		Вид контроля: экзамен	

### Примечания.

- Соотношение количества часов аудиторных занятий к самостоятельной и индивидуальной работы составляет:  
для очной формы обучения: основной план подготовки – 32:76  
для заочной формы обучения – 10:62

## **2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель.** Овладение студентами необходимыми знаниями по моделированию производства пищевых продуктов.

**Задачи:**

- Этапы создания новых процессов и аппаратов пищевых производств;
- Математическое моделирование;
- Использование математических моделей при изучении процессов и аппаратов пищевых производств;

## **3.МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 «Математическое моделирование технологических процессов пищевых продуктов» относится к вариативной части ООП (цикла профессиональной практической подготовки).

Дисциплина «Математическое моделирование производства пищевых продуктов» обеспечивается следующими дисциплинами: «Высшая математика», «Физика» «Автоматизация процессов пищевых производств», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Информатика и компьютерная техника», «Информационные системы и технологии», «Технология продукции общественного питания», «Общие технологии пищевых производств».

Сопровождает работу над магистерской диссертацией.

Перед изучением дисциплины студенты должны

**Знать:**

- основные проблемы научно-технического развития техники и технологии пищевой промышленности;
- технологическое оборудование отрасли, его классификацию, устройство, особенности эксплуатации;
- технологические расчеты машин и аппаратов пищевой промышленности;
- основные методы интенсификации технологических процессов пищевых производств;

**Уметь:**

- выполнять основные технологические расчеты и составлять необходимую техническую документацию;
- совершенствовать действующее технологическое оборудование и технологии на базе системного подхода к анализу качества сырья и требований к конечной продукции;
- осуществлять технический контроль, разрабатывать техническую документацию по соблюдению технологического режима;

находить пути модернизации оборудования и технологий в целях повышения качества продукции.

**Владеть:**

- умением находить оптимальные и рациональные технические режимы работы оборудования;
- умениями грамотно и эффективно пользоваться источниками информации (справочной литературы, ресурсами Интернет);
- навыками самостоятельной работы (критическая оценка качества своих знаний, умений и достижений).

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

- В результате освоения изучения учебной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы **компетенции и индикаторы их достижения**:

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-7. Способен разработать комплекс проектно-технологической документации предприятий общественного питания разных типов	ИДК-1 <sub>ПК-7</sub> Использует программные продукты в области проектирования ИДК-2 <sub>ПК-7</sub> Разрабатывает технико-экономическое обоснование проекта ИДК-3 <sub>ПК-7</sub> Обеспечивает информационное сопровождение проектов на всех этапах жизненного цикла
ПК-8. Способен к реализации инновационных проектных решений в области производства продукции и услуг предприятий питания	ИДК-1 <sub>ПК-8</sub> Анализирует и систематизирует информацию в области проектных технологий ИДК-2 <sub>ПК-8</sub> Организует разработку и реализацию проектных решений в области технологий производства продукции и услуг

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

**знать:**

- основные методы математического моделирования производства пищевых продуктов.

**уметь:**

- применять навыки математического моделирования производства пищевых продуктов при проведении научно-исследовательской работы.

**владеть:** методами математического моделирования производства пищевых продуктов

**Виды учебной работы:** лекции, практические работы, самостоятельная работа, экзамен.

Изучение дисциплины студентами осуществляется на лекциях, практических занятиях, в процессе их самостоятельной работы.

Итоговые виды учебной работы по дисциплине: – ПМК (модульный контроль), тестовые задания которые сгруппированы по смысловым модулям); – экзамен.

#### **5. ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИН «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ»**

##### **Модуль 1**

**Смысловой модуль 1.** Основные методы моделирования.

Тема 1. Методы исследования и анализа процессов. Классификация моделей процессов.

Тема 2. Основы теории подобия. Теоремы подобия.

Тема 3. Предварительный эксперимент. Оценки характеристик переменных объекта исследований.

**Смысловой модуль 2.** Математическое моделирование процессов на базе фундаментальных законов.

Тема 4. Математическое моделирование. Основные направления построения математических моделей процессов.

Тема 5. Построение математических моделей процессов на базе фундаментальных законов.

Тема 6. Математические модели производства пищевых продуктов.

**Смысловой модуль 3.** Статистические математические модели процессов.

Тема 7. Статистические модели процессов на основе пассивного эксперимента.

Тема 8. Статистические модели процессов на основе активного эксперимента.

Тема 9. Оптимизация процессов производства пищевых продуктов.

## 6. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Название смысловых модулей и тем	Количество часов											
	очная форма обучения						заочная форма обучения					
	всего	в том числе*:					всего	в том числе*:				
		л.	п.	лаб.	инд.	срс		л.	п.	лаб.	инд.	срс
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>Модуль 1</b>												
<b>Смысловой модуль 1. Основные методы моделирования.</b>												
Тема 1. Методы исследования и анализа процессов. Классификация моделей процессов.	7	2					5	6	1			5
Тема 2. Основы теории подобия. Теоремы подобия.	9	1	3				5	6	1			5
Тема 3. Метод анализа размерности. Преимущества и недостатки метода физического моделирования процессов.	10	2	3				5	7	1			6
<b>Итого по смысловому модулю 1:</b>	<b>26</b>	<b>5</b>	<b>6</b>				<b>15</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>16</b>
<b>Смысловой модуль 2. Математическое моделирование процессов на базе фундаментальных законов.</b>												
Тема 4. Математическое моделирование. Основные направления построения математических моделей процессов.	7	2					5	6	1			5
Тема 5. Построение математических моделей процессов на базе	10	2	3				5	6	1			5

фундаментальных законов.												
Тема 6. Математические модели производства пищевых продуктов.	10	2	3			5	7	1				6
<b>Итого по смысловому модулю 2:</b>	27	6	6			15	19	2	1			16
<b>Смысловой модуль 3. Статистические математические модели процессов.</b>												
Тема 7. Статистические модели процессов на основе пассивного эксперимента.	6	1				5	8	1	1			6
Тема 8. Статистические модели процессов на основе активного эксперимента.	9	2	2			5	8	1	1			6
Тема 9. Оптимизация процессов производства пищевых продуктов.	9,8	2	2			5,8	6,7					6,7
<b>Итого по смысловому модулю 3:</b>	24,8	5	4			15,8	22,7	2	2			18,7
<b>Всего часов:</b>	<b>77,8</b>	<b>16</b>	<b>16</b>			<b>45,8</b>	<b>60,7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>			<b>50,7</b>
<b>Катт</b>	<b>0,8</b>				<b>0,8</b>		<b>0,9</b>			<b>0,9</b>		
<b>СРЭк</b>												
<b>ИК</b>												
<b>КЭ</b>	<b>2</b>				<b>2</b>		<b>2</b>			<b>2</b>		
<b>КаттЭк</b>	<b>0,4</b>				<b>0,4</b>		<b>0,4</b>			<b>0,4</b>		
<b>Контроль</b>	<b>27</b>				<b>27</b>		<b>8</b>			<b>8</b>		
<b>Всего часов</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>30,2</b>	<b>45,8</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>11,3</b>	<b>50,7</b>

## 7. ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		очная форма	заочная форма
1	Оценки характеристик переменных объекта исследования.	3	1
2	Априорное ранжирование переменных объекта исследования.	3	
3	Дисперсионный анализ	3	1
4	Корреляционный анализ	3	
5	Составление статистической математической модели на основе пассивного эксперимента	2	1
6	Составление статистической математической модели на основе активного эксперимента	2	1
Всего		16	4

## 8. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		очная форма	заочная форма
	Учебным планом не предусмотрены		

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		очная форма	заочная форма
	<b>Смысовой модуль 1.</b> Основные методы моделирования.		
1	Тема 1. Методы исследования и анализа процессов. Классификация моделей процессов.	5	5
2	Тема 2. Основы теории подобия. Теоремы подобия.	5	5
3	Тема 3. Метод анализа размерности. Преимущества и недостатки метода физического моделирования процессов.	5	6
	<b>Смысовой модуль 2.</b> Математическое моделирование процессов на базе фундаментальных законов.		
4	Тема 4. Математическое моделирование. Основные направления построения математических моделей процессов.	5	5
5	Тема 5. Построение математических моделей процессов на базе фундаментальных законов.	5	5
6	Тема 6. Математические модели производства пищевых продуктов.	5	6
	<b>Смысовой модуль 3.</b>		
7	Тема 7. Статистические модели процессов на основе пассивного эксперимента.	5	6
8	Тема 8. Статистические модели процессов на основе	5	6

	активного эксперимента.		
9	Тема 9. Оптимизация процессов производства пищевых продуктов.	5,8	6,7
<b>Всего:</b>		<b>45,8</b>	<b>50,7</b>

## 10. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

*Рабочая программа адаптирована для лиц с умеренными нарушениями функций зрения, слуха и речи.*

В ходе реализации учебной дисциплины используются такие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- лекции и задания практикума оформляются в виде электронных документов, которые могут быть увеличены до удобного пользователю шрифта (для просмотра используются программы для чтения файлов \*.pdf и \*.doc, \*.docx );
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или в тетради;
- для слабовидящих, при необходимости, предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; возможно также использование собственной звукоусиливающей аппаратуры индивидуального пользования;
- для слабослышащих, при необходимости, предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- текущий модульный контроль осуществляется по результатам выполненного практикума и тестирования на компьютере;
- дифференцированный зачет является результатом набранных студентом на протяжении семестра баллов; при необходимости повышения баллов студент может ответить на дополнительные вопросы в письменном виде (не более 20 баллов);
- при необходимости, предусматривается увеличение времени для подготовки ответа;
- процедура проведения дифференцированного зачета для обучающихся устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

## 11. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ (выдают для студентов, находящихся на индивидуальном графике, и студентов, желающих повысить балл)

Темы рефератов:

1. Математическое моделирование процессов абсорбции.
2. Математическое моделирование процесса сушки пищевых продуктов.
3. Математическое моделирование процесса измельчения.
4. Математическое моделирование процесса смешения.
5. Математическое моделирование процессов прессования.
6. Математическое моделирование процессов классификации.
7. Математическое моделирование процессов абсорбции.
8. Математическое моделирование процесса сушки пищевых продуктов.
9. Математическое моделирование процесса измельчения.
10. Математическое моделирование процесса смешения.
11. Методы статической оптимизации.

12. Безградиентные методы оптимизации.
13. Градиентные методы оптимизации.
14. Оптимизация состава сырья.
15. Симплекс метод.

**Вопросы к контрольной работе:**

1. Численные методы оптимизации функции нескольких переменных
2. Моделирование и виды моделей
3. Виды математических моделей
4. Этапы разработки математических моделей
5. Составление математического описания объекта
6. Моделирование механических процессов
7. Моделирование тепловых процессов
8. Моделирование массообменных процессов
9. Моделирование гидромеханических процессов
10. Задачи оптимизации технологических процессов пищевых производств
11. Методы оптимизации технологических процессов пищевых производств
12. Этапы решения задачи оптимизации технологических процессов пищевых производств
13. Критерии оптимизации
14. Технологические критерии оптимизации
15. Экономические критерии оптимизации
16. Характеристика методов решения задач оптимизации
17. Активный эксперимент
18. Пассивный эксперимент
19. Физическое моделирование
20. Использование математических моделей
21. Анализ технологического процесса
22. Понятие «системный подход», «системные исследования», «системный анализ», их возможности в научных исследованиях
23. Значение эксперимента в моделировании технологических объектов
24. Сущность оптимизации
25. Многокритериальная оптимизация.
26. Методы оптимизации функции одной переменной
27. Методы оптимизации функции нескольких переменных
28. Условия применения методов интенсификации и оптимизации процессов с учетом специфики технологических операций
29. Методы оптимизации не использующие производные
30. Методы оптимизации использующие производные

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

*Оценочные средства детализированы по видам работ в оценочных материалах по учебной дисциплине (утверждены на заседании кафедры).*

Система оценивания по учебной дисциплине, изучаемой в очной форме обучения

Форма контроля	Максимальное количество баллов	
	за одну работу	всего
Текущий контроль: - выполнение, оформление и защита практических работ №1-6; - тестирование (содержательный модуль №1); - тестирование (содержательный модуль №2); - тестирование (содержательный модуль №3); <i>При недоборе баллов студенты могут:</i> - подготовить рефераты (доклады, эссе) по выбранной теме; - тезисы на конференции; - участие в олимпиаде, статьи и др.	5 3 3 4 5-15	30 3 3 4
Промежуточная аттестация	экзамен	40
Итого за семестр		40

Система оценивания по учебной дисциплине, изучаемой в заочной форме обучения

Форма контроля	Максимальное количество баллов	
	за одну работу	всего
Текущий контроль: - выполнение, оформление и защита практических работ №1,2,5,6; - тестирование (содержательный модуль №1); - тестирование (содержательный модуль №2); - тестирование (содержательный модуль №3); <i>При недоборе баллов студенты могут:</i> - подготовить рефераты (доклады, эссе) по выбранной теме, тезисы на конференции; - участие в олимпиаде, статьи и др.	7 4 4 4 5-15	28 4 4 4
Промежуточная аттестация	экзамен	40
Итого за семестр		40

### Тестовые задания

#### Смысловой модуль 1. Основные методы моделирования.

1. Критерий, характеризующий процесс теплообмена между теплоносителем и поверхностью стенки:

- а) Нусельта
- б) пекле
- в) Прандтля
- г) Фурье

2. Критерий, характеризующий физические свойства теплоносителя:

- а) Био
- б) Прандтля
- в) пекле

- г) Грасгофа
3. Критерий, характеризующий режим движения пленки конденсата под действием силы тяжести:
- а) Рейнольдса
  - б) Галилея
  - в) Архимеда
  - г) Эйлера
4. Критерий, характеризующий процесс фазового превращения при конденсации пара:
- а) Био
  - б) Кутателадзе
  - в) Грасгофа
  - г) Пекле
5. Критерий, характеризующий соотношение сил инерции и сил давления в системе:
- а) Эйлера
  - б) Фруда
  - в) Галилея
  - г) Рейнольдса
6. Критерий, характеризующий соотношение сил инерции и силы тяжести:
- а) Ньютона
  - б) Фруда
  - в) Галилея
  - г) Рейнольдса
7. Критерий, характеризующий соотношение сил инерции и сил вязкого трения:
- а) Эйлера
  - б) Рейнольдса
  - в) Фруда
  - г) Галилея
8. Какая теорема подобия определяет необходимые и достаточные условия для подобных явлений:
- а) первая
  - б) вторая
  - в) третья
  - г) все
9. Если отношение всех подобных размеров сравниваемых аппаратов является величиной постоянной, то это:
- а) сходство физических величин;
  - б) временная сходство;
  - и) геометрическое подобие;
  - г) сходство начальных и граничных условий.
10. В расчетах тепловых аппаратов критерий Нусельта определяют для:
- а) определение толщины стенки аппарата;
  - б) определение коэффициента теплоотдачи;
  - в) определение коэффициента теплопроводности;
  - г) определение средней температуры теплоносителя.
11. Критерий, характеризующий соотношение сил притяжения и молекулярного трения (вязкости) в потоке:
- а) Рейнольдса
  - б) Ньютона
  - в) Галилея
  - г) Пекле
12. Критерий, характеризующий соотношение сил инерции и сил давления в системе:
- а) Эйлера

б) Фруда

в) Галилея

г) Рейнольдса

13. Критерий, характеризующий соотношение сил инерции и силы тяжести:

а) Ньютона

б) Фруда

в) Галилея

г) Рейнольдса

14. Критерий, характеризующий взаимодействие архимедова силы, возникающей при разнице плотностей среды и силы вязкого трения:

а) Эйлера

б) Рейнольдса

в) Фруда

г) Галилея

15. Критерий, характеризующий отношение сил гидромеханического воздействия на каплю жидкости в силу поверхностного натяжения:

а) Вебера

б) Рейнольдса

в) Фруда

г) Галилея

16. Критерий, характеризующий скорость, которую приобретает тело при колебательном воздействии на него окружающей среды:

а) Вебера

б) Рейнольдса

в) Струхала

г) Галилея

**Смысловой модуль 2.** Математическое моделирование процессов на базе фундаментальных законов.

1. Математическое моделирование это:

а) совокупность математических зависимостей, которые отражают в явной форме суть технологического процесса;

б) совокупность программ для ЭВМ;

в) совокупность алгоритмов расчета процессов и оборудования;

г) совокупность методик экспериментального определения параметров процесса.

2. Математическое моделирование является основой для создания:

а) системы автоматизированного проектирования (САПР)

б) автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП)

в) автоматизированных систем управления (АСУ);

г) все ответы правильные.

3. В стадии математического моделирования не входит:

а) доказательство принципиальной возможности производства;

б) постановка задачи;

в) построение модели на основе математического описания физико-химических закономерностей;

г) разработка алгоритмов и программ для ЭВМ.

4. Математическое моделирование не позволяет:

а) с помощью одного устройства (ЭВМ) осуществлять решения целого класса задач;

б) моделирование по "элементарным" процессам;

в) сэкономить время и средства по сравнению с методом физического моделирования;

г) визуально следить за ходом процесса.

5. В ходе математического моделирования НЕ решаются следующие задачи:

а) регистрация наблюдений без преобразующих устройств;

б) установление связей между параметрами процесса;

в) реализации математического описания;

г) проверка адекватности математической модели процесса.

6. В "элементарных" процессов технологического процесса относятся:

а) химические преобразования;

б) перемещение вещества;

в) перемещение теплоты и массы;

г) все ответы правильные.

7. Если основные переменные процесса не изменяются в пространстве, а заменяются только во времени, то математические модели называются:

а) моделями с сосредоточенными параметрами;

б) моделями с распределенными параметрами;

в) физическими моделями;

г) геометрическими моделями.

8. Полная математическая модель процесса это:

а) динамическая модель;

б) статистическая модель;

в) модуль с распределенными параметрами;

г) совокупность статической и математической модели с ограниченными и дополнительными условиями.

9. Динамическая модель, как правило описывается:

а) алгебраическими уравнениями;

б) дифференциальными уравнениями;

в) эмпирическими уравнениями;

г) интегральными уравнениями.

10. В основе феноменологического метода описания систем лежит:

а) интегральное уравнение сохранения и переноса физической субстанции;

б) уравнение Гиббса, для изменения энтропии многокомпонентных систем;

в) уравнение Онзагера;

г) система эмпирических уравнений.

**Смысловой модуль 3.** Статистические математические модели процессов.

1. Статистические модели используются:

а) когда объект мало изучен или очень сложный;

б) когда известна внутренняя структура объекта;

в) когда достаточно теоретических сведений об объекте;

г) когда объект хорошо изучен и является математическое описание в виде эмпирических зависимостей.

2. Для построения статистических математических моделей динамики процесса, как правило, используют:

а) уравнение регрессии;

б) дифференциальные уравнения;

в) случайные функции;

г) тепловой и материальный балансы.

3. При использовании статистических моделей:

а) получаем связь исходной величины с входными факторами без раскрытия внутренней структуры объекта;

б) получаем связь исходной величины с входными факторами с раскрытием внутренней структуры объекта;

в) раскрываем внутреннюю структуру объекта без установления связи исходной величины с входными факторами;

г) нет правильного ответа.

4. Пассивный эксперимент это:

а) эксперимент, основанный на регистрации входящих и исходящих параметров,

- характеризующих объект исследования, без вмешательства в опыт в процессе его проведения;
- б) эксперимент, при котором исследователь активно вмешивается в ход эксперимента и может менять его направление и постановку задачи;
- в) эксперимент, который проводится на математической модели;
- г) нет правильного ответа.

5. Активный эксперимент это:

- а) эксперимент, основанный на регистрации входящих и исходящих параметров, характеризующих объект исследования, без вмешательства в опыт в процессе его проведения;
- б) эксперимент, при котором исследователь активно вмешивается в ход эксперимента и может менять его направление и постановку задачи;
- в) эксперимент, который проводится на математической модели;
- г) нет правильного ответа.

6. Дисперсия характеризует:

- а) разброс случайной величины вокруг ее математического ожидания;
- б) среднее геометрическое всех значений, которые принимает случайная величина в N опытах;
- в) среднее арифметическое всех значений, которые принимает случайная величина в N опытах;
- г) характеризует тесноту корреляционной связи между случайными величинами, если эта связь описывается линейным полиномом

7. Количество опытов при полном факторном эксперименте для двух уровней определяется формулой:

- а)  $N = 2^n$  ;
- б)  $N = 2 n$ ;
- в)  $N = n^2$ ;
- г)  $N = e^n$ , где  $n$  - число факторов

8. Статистический анализ уравнений регрессии состоит из:

- а) оценки дисперсии воспроизведения (или оценки погрешности опыта)
- б) оценки значимости коэффициентов уравнения регрессии;
- в) оценка адекватности модели;
- г) правильные все ответы вместе.

9. Ресурс оптимизации это:

- а. свобода выбора значений входных факторов;
- б. наличие статистической математической модели;
- в. наличие физической модели.
- г. наличие аналоговой модели технологического процесса.

10. Для правильной постановки задачи оптимизации необходимо выполнение следующих условий:

- а. оптимизация только одной величины;
- б. наличие степеней свободы - управляющих воздействий в объекта, который оптимизируется;
- в. возможность количественной оценки величины, оптимизируется;
- г. правильные все три ответа вместе.

11. При оптимизации методом симплекс оптимум объекта ищут:

- а. поочередным варьированием каждого фактора к достижению локального оптимума;
- б. случайным выбором движения на каждом последующем этапе, который ухудшил критерий оптимизации объекта;
- в. движение к оптимуму осуществляется с помощью движения фигуры, количество вершин которой на единицу больше, чем число факторов;
- г. движение к оптимуму осуществляется в направлении наиболее быстрого роста (уменьшение) критерия оптимизации.

12. Задачей, которую решает инженер при оптимизации являются:

- а) использование алгоритма оптимального проектирования процесса или оборудования;
- б) использование алгоритма оптимального управления процессом;
- в) построение алгоритма оптимального проектирования процесса или оборудования;

г) правильные все ответы вместе.

13. Объектом оптимизации может быть:

- а) конструкция машины или аппарата;
- б) конструкция отдельных узлов машины или аппарата;
- в) режим проведения технологического процесса;
- г) правильные все ответы.

14. В градиентных методов поиска относятся:

- а) метод наискорейшего спуска;
- б) метод Гаусса-Зейделя;
- в) метод симплексов;
- г) метод случайного поиска.

15. К безградиентным методам поиска относятся:

- а) метод симплексов;
- б) метод наискорейшего спуска;
- в) метод крутого восхождения;
- г) метод градиента.

Перечень оценочных средств по дисциплине: устный опрос, тестирование, оформление отчетов лаб. контрольная работа, презентации, рефераты, текущий модульный контроль.

### **Экзаменационные вопросы:**

#### **Смысловой модуль 1**

1. Методы исследования и анализа процессов пищевых производств.
2. Физическое моделирование. Преимущества и недостатки.
3. Виды подобия.
4. Первая теорема подобия.
5. Вторая теорема подобия.
6. Третья теорема подобия.
7. Характеристика и классификация моделей.
8. Аналоговое моделирование.
9. Невозможность использования метода физического моделирования для процессов с химической реакцией.
10. Цели и методы исследования процессов пищевых производств.
11. Комбинирование методов физического и математического моделирования.
12. Пищевое производство – сложная, многоуровневая система

#### **Смысловой модуль 2**

13. Математическое моделирование. Преимущества и недостатки.
14. Первая стадия математического моделирования.
15. Первый этап построения математической модели.
16. Второй этап построения математической модели.
17. Третий этап построения математической модели.
18. Задачи, решаемые в ходе математического моделирования.
19. Математическая модель с сосредоточенными параметрами.
20. Математическая модель с распределенными параметрами.
21. Идеальные гидродинамические модели.
22. Реальные гидродинамические модели.
23. Требования к гидродинамическим моделям.
24. Определение структуры потока с помощью стандартных входных сигналов.
25. Модель идеального перемешивания.
26. Модель идеального вытеснения.
27. Диффузионная модель.
28. Ячеичная модель.
29. Комбинированные модели гидродинамических потоков. Принципы их построения.
30. Схема модели идеального перемешивания с застойной зоной.

31. Схема модели с последовательными зонами идеального перемешивания и идеального вытеснения.
32. Схема модели с зоной идеального перемешивания и байпасом.
33. Задачи, которые необходимо решить при построении математической модели.
34. Основные направления построения математических моделей.
35. Построение математических моделей на базе фундаментальных законов.
36. Преимущества и недостатки математических моделей на базе фундаментальных законов.
37. Конструктивные параметры, которые входят в математическую модель.
38. Физические параметры, которые входят в математическую модель.
39. Параметры элементарных процессов, входящих в математическую модель.
40. Блок-схема состава математической модели.
41. Классификация математических моделей по характеру режимов процесса.
42. Классификация математических моделей по изменению параметров в пространстве и времени.
43. Типовая схема построения детерминированной математической модели.
44. Математическое моделирование процессов измельчения.
45. Математическая модель противоточного абсорбера.
46. Математическая модель противоточного теплообменника с сосредоточенными параметрами.
47. Математическая модель теплообменника типа вытеснение-вытеснение.
48. Математическая модель теплообменника типа вытеснение - перемешивание.
49. Математическая модель теплообменника типа перемешивание-перемешивание.
50. Математическая модель теплообменных процессов.
51. Требования к моделям структуры потока.
52. Кривые отклика на стандартные возмущения, F- и C-кривые.
53. Требования к индикаторам, которые используются для определения структуры потока.
- Смысловый модуль 3.**
54. Корреляционный анализ.
55. Построение статистических моделей.
56. Пассивный эксперимент.
57. Активный эксперимент
58. Преимущества и недостатки статистических моделей.
59. Проверка адекватности математической модели.
60. Оценка значимости коэффициентов статистической математической модели.
61. Этапы анализа уравнения регрессии.
62. Полный факторный эксперимент.
63. Масштабирование факторов.
64. Статистические модели на основе пассивного эксперимента.
65. Статистические модели на основе активного эксперимента.
66. Математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение.
67. Статистические модели. Входные и выходные параметры.
68. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии.
69. Основные условия постановки задачи оптимизации
70. статическая и динамическая задачи оптимизации.
71. Особенности оптимизации при использовании статистических моделей.
72. Метод гаусса-Зейделя.
73. Метод случайного поиска.
74. Метод симплекса.
75. Метод крутого восхождения.
76. Метод градиента.
78. Применение коэффициентов значимости при многокритериальной оптимизации.
79. Графический метод многокритериальной оптимизации.
- Итоговая оценка по модулю определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по внутреннему семестровому контролю 40 баллов и результатом ответов на экзамене 60 баллов.

### 13. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Текущее тестирование и самостоятельная работа									Итого текущий контроль в баллах	Итоговый контроль (экзамен)	Сумма в баллах			
Смысовой модуль № 1		Смысовой модуль № 2		Смысовой модуль № 3										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9						
4	4	4	4	4	5	5	5	5	40	60	100			

T1, T2 – темы смыслового модуля №1.

T3, T4 – темы содержательного модуля №2.

T5, T6 – темы содержательного модуля №3.

Шкала оценивания: национальная и ECTS

### Соответствие государственной шкалы оценивания академической успеваемости

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	По государственной шкале	Определение
90-100	«Отлично» (5)	отличное выполнение с незначительным количеством неточностей
80-89	«Хорошо» (4)	в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%)
75-79		в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%)
70-74	«Удовлетворительно» (3)	неплохо, но со значительным количеством недостатков
60-69		выполнение удовлетворяет минимальные критерии
35-59	«Неудовлетворительно» (2)	с возможностью повторной аттестации
0-34		с обязательным повторным изучением дисциплины (выставляется комиссией)

### 14. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### Основная

1.Иванец Г.Е. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванец Г.Е., Ивина О.А.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014.— 102 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61267.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2.Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Н. Ашихмин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2016.— 440 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66414.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3.Алексеев Г.В. Применение математических методов в пищевой инженерии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алексеев Г.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское

образование, 2019.— 125 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79664.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### **Дополнительная**

- 1.Полякова Н.С. Математическое моделирование и планирование эксперимента [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению домашнего задания/ Полякова Н.С., Дерябина Г.С., Федорчук Х.Р.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 36 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31051.html>.— ЭБС «IPRbooks»
- 2.Мезенова О.Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мезенова О.Я.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Проспект Науки, 2015.— 224 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35875.html>.— ЭБС «IPRbooks»
- 3.Белов П.С. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие (конспект лекций)/ Белов П.С.— Электрон. текстовые данные.— Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016.— 121 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43395.html>.— ЭБС «IPRbooks»
- 4.Клинов А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Клинов А.В., Мухаметзянова А.Г.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009.— 144 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62483.html>.— ЭБС «IPRbooks»
- 5.Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Б.А. Вороненко [и др].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014.— 45 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65810.html>.— ЭБС «IPRbooks»
- 6.Семенов М.Е. Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Семенов М.Е., Некрасова Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 94 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72919.html>.— ЭБС «IPRbooks»
- 7.Математическое моделирование и дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: учебное пособие для магистрантов всех направлений подготовки/ М.Е. Семенов [и др].— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017.— 149 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72918.html>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Ахмадиев Ф.Г. Математическое моделирование и методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ахмадиев Ф.Г., Гильфанов Р.М.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017.— 179 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73309.html>.— ЭБС «IPRbooks»
9. Губарь Ю.В. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]/ Губарь Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИИТУИТ), 2016.— 178 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73662.html>.— ЭБС «IPRbooks»
10. Смирнов Г.В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Смирнов Г.В.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016.— 216 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72047.html>.— ЭБС «IPRbooks»

## **15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ**

1. Автоматизированная библиотечная информационная система UNILIB [Электронный ресурс] – Версия 1.100. – Электрон. дан. – [Донецк, 1999- ]. – Локал. сеть Науч. б-ки ГО ВПО Донец.

нац. ун-та экономики и торговли им. М. Туган-Барановского. – Систем. требования: ПК с процессором ; Windows ; транспорт. протоколы TCP/IP и IPX/SPX в ред. Microsoft ; мышь. – Загл. с экрана.

2. <http://www.iprbookshop.ru>.IPRbooks: Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] :
3. <https://elibrary.ru>. Elibrary.ru [Электронный ресурс] : науч. электрон. б-ка.
4. <http://cyberleninka.ru>.Научная электронная библиотека «КиберЛенинка
5. <https://polpred.com>. «Полпред Справочники»

## **16. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Помещения для проведения всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения. Для проведения лекционных занятий используется демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Internet и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Кафедра, обеспечивающая учебный процесс по данной образовательной программе, располагает материально-технической базой для проведения всех видов занятий, предусмотренных учебным планом дисциплины, и включающие лабораторное стенды и оборудование.

Проведение занятий базируется на имеющемся компьютерном и лабораторном оборудовании. Информационные плакаты. Набор методик для проведения многофакторных экспериментальных исследований.

Аудитория 3221

Аудитория 3001

Аудитория 7404

## 17. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Ф.И.О. педагогического (научно- педагогического) работника, участвующего в реализации образовательной программы	Условия привлечения (по основному месту работы, на условиях внутреннего/внеш- него совместительства; на условиях договора гражданско- правового характера (далее - договор ГПХ)	Должность, ученая степень, ученое звание	Уровень образования, наименование специальности, направления подготовки, наименование присвоенной квалификации	Сведения о дополнительном профессиональном образовании <sup>1</sup>
					Сведения о дополнительном профессиональном образовании <sup>1</sup>
1	Гордиенко Александр Владимирович	по основному месту работы	Должность – доцент; ученая степень - кандидат технических наук; ученое звание - доцент	Высшее – магистратура; Оборудование перерабатывающих и пищевых производств; Магистр в сфере оборудования перерабатывающих и пищевых производств  Диплом кандидата технических наук ДК №059903	<p>1. Удостоверение о ПК №771802829947, с 23.05 по 27.05.2022 г., «Работа в электронной информационно - образовательной среде», 16 часов, ФГБОУ ВО "Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова", Москва</p> <p>2. Удостоверение о ПК № 612400025315, с 08.09 по 10.09.2022 г., «Актуальные вопросы преподавания в образовательных учреждениях высшего образования: нормативно-правовое, психолого-педагогическое и методическое сопровождение», 24 часа ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону</p> <p>3. Удостоверение о ПК 771803729579 с 26.03. по 27.03.2024 г., «Подача заявки по системе РСТ» 16 часов, ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности», Москва</p>

