

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бакин Игорь Александрович

Должность: и.о. директора Технологического института

Дата подписания: 2025 11:47:00

Уникальный идентификатор документа:

f2f55155d930705e849181206093e1db26bb603c



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Технологический институт

Кафедра Процессы и аппараты перерабатывающих производств

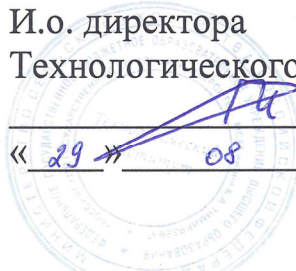
УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора

Технологического института

И.А. Бакин

« 29 » 08 2025 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.04 Математические методы в инженерии перерабатывающих производств

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.06 – Агроинженерия

Направленность: Компьютерный инжиниринг в управлении жизненным циклом технических систем

Курс: 1


Семестр: 2

Форма обучения: очная


Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: Торопцев В.В., к.т.н., доцент

  
«28» августа 2025 г.

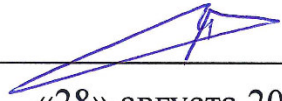
Рецензент: Коноплин Н.А., к.ф-м.н., доцент

  
«28» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов (специалист по механизации, автоматизации и роботизации технологического оборудования и процессов пищевой и перерабатывающей промышленности, специалист по инжинирингу машиностроительного производства, специалист в области механизации сельского хозяйства) по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств  
протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Зав. кафедрой  
Бакин И.А., д.т.н., профессор


  
«28» августа 2025 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
Технологического института  
Дунченко Н.И., д.т.н., профессор

  
Протокол № 2 от «28» августа 2025 г.


Зав. выпускающей кафедрой  
Бакин И.А., д.т.н., профессор

  
«28» августа 2025 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ

*Зам. директора ЦНБ*



  
«28» августа 2025 г.

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....</b>	<b>5</b>
<b>ПО СЕМЕСТРАМ .....</b>	<b>5</b>
<b>4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>9</b>
<b>4.3. ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....</b>	<b>10</b>
<b>4.4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.</b>	<b>13</b>
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>14</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>14</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	14
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	15
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>16</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	16
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	16
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>17</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>18</b>

## **Аннотация**

рабочей программы учебной дисциплины

Б1.О.04 «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств» для подготовки магистров по направлению 35.04.06 Агроинженерия направленности Автоматизированные комплексы перерабатывающих производств

**Цель освоения дисциплины:** рабочая программа дисциплины «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств» содержит необходимый материал, руководствуясь которым преподаватель обеспечит качественное усвоение студентами необходимого объёма знаний.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 – Агроинженерия.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3.

**Краткое содержание дисциплины:** дисциплина «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств» рассматривает следующие вопросы: общие сведения о моделировании технологических процессов, оценка числовых характеристик технологических процессов, методы обработки экспериментальных данных, применение критериев согласия при анализе технологических процессов, статистические модели на основе эксперимента, планирования эксперимента, экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов, применение стандартных пакетов прикладных программ.

**Общая трудоемкость дисциплины:** трудоёмкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетные единицы. Система текущего контроля построена на регулярном анализе знаний студентов в процессе практических занятий. Часть теоретического материала вынесена на самостоятельную работу студентов.

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств» является формирование профессиональной компетенции, ориентированной на производственно-технологическую деятельность выпускника, связанную с построением и использованием математических моделей для описания, прогнозирования, оптимизации, проведения анализа отдельных процессов переработки растительного сырья.

### **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана обязательной части.

Дисциплина «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.06 – Агроинженерия.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств», являются: «Методология научного исследования», «Высокоэффективные методы обработки сельскохозяйственного сырья».

Дисциплина «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента и защита интеллектуальной собственности», «Аддитивные технологии перерабатывающих производств», «Искусственный интеллект и цифровые двойники в перерабатывающих производствах», «Системы инженерного анализа технических объектов», «Инженерия на этапах жизненного цикла технических объектов», «CAD-системы», «САМ-системы», «Проектное моделирование и прототипирование», «Имитационное моделирование инженерных объектов», а также для прохождения Технологической (проектно-технологической) практики, для подготовки к сдаче и сдачи государственного экзамена.

Особенностью дисциплины является подготовка магистров к решению таких профессиональных задач как организация мероприятий по повышению эффективности использования сырьевых ресурсов, внедрение прогрессивных технологий для выработки готовых изделий с заданным составом и свойствами; поиск путей и разработка способов решения нестандартных производственных задач; разработка способов снижения трудоемкости производства продуктов питания из растительного сырья, позволяющих повысить производительность труда; организация эффективной системы контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на базе стандартных и сертификационных испытаний, анализ проблемных производственных ситуаций, решение проблемных задач и вопросов.

Рабочая программа дисциплины «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов) их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1 - Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	специфику того как осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	применять навыки для того чтобы осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	приемами, методами того как осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
2.	ОПК-1	Способен анализировать современные проблемы науки и производства, решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации	ОПК-1.2 Использует в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов	специфику того как использовать в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов	применять навыки для того чтобы использовать в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов	приемами, методами того как использовать в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов
3.	ОПК-3	Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии	специфику того как анализировать методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии	применять навыки для того чтобы анализировать методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии	приемами, методами того как анализировать методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии

4.	ОПК-5	Способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов в профессиональной деятельности	ОПК-5.2 Анализирует основные производственно-экономические показатели проекта в агроинженерии	специфику того как анализировать основные производственно-экономические показатели проекта в агроинженерии	применять навыки для того чтобы анализировать основные производственно-экономические показатели проекта в агроинженерии	приемами, методами того как анализировать основные производственно-экономические показатели проекта в агроинженерии
5.	ПКос-1	Способен выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	ПКос-1.1 Знает методики проведения экспериментов и испытаний, методы анализа их результатов	методики проведения экспериментов и испытаний, методы анализа их результатов	применять методики проведения экспериментов и испытаний, методы анализа их результатов	навыками проведения экспериментов и испытаний, методы анализа их результатов
			ПКос-1.2 Умеет выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	навыками выбора методик проведения экспериментов и испытаний, анализа их результатов, в том числе с использованием цифровых средств и технологий
			ПКос-1.3 Владеет навыками применения методик проведения экспериментов и испытаний, анализа их результатов, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	специфику применения методик проведения экспериментов и испытаний, анализа их результатов, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	применять методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	навыками применения методик проведения экспериментов и испытаний, анализа их результатов, в том числе с использованием цифровых средств и технологий

6.	ПКос-2	Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к производствам, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	ПКос-2.1 Знает методы физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов	методы физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов	применять методы физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	навыками применения методов физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов
			ПКос-2.2 Умеет применять методы физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	специфику применения методов физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов	применять методы физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	навыками применения методов физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов
			ПКос-2.3 Владеет навыками применения методов физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	специфику применения методов физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	применять методы физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	навыками применения методов физического и математического моделирования при исследованиях процессов, явлений и объектов, в том числе с использованием цифровых средств и технологий



Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по се- местрам
		№ 2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>36,35</b>	<b>36,35</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>36,35</b>	<b>36,35</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	12	12
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	24	24
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>71,65</b>	<b>71,65</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям.)</i>	71,65	71,65
Вид промежуточного контроля:	зачет с оценкой	

\* в том числе практическая подготовка

## 4.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины на 2 семестр

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР всего/*	
Раздел 1. Общие сведения о моделировании технологических процессов	17,65	2	4	-	11,65
Раздел 2. Оценка числовых характеристик технологических процессов.	18	2	4	-	12
Раздел 3. Применение критериев согласия при анализе технологических процессов	18	2	4	-	12
Раздел 4. Статистические модели на основе пассивного эксперимента	18	2	4	-	12
Раздел 5. Статистические модели на основе активного эксперимента.	18	2	4	-	12
Раздел 6. Экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов	18	2	4	-	12
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	-	-	0,35	-
Всего за семестр	108	12	24	0,35	71,65
Итого по дисциплине	108	12	24	0,35	71,65

\* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Общие сведения о моделировании технологических процессов  
Тема 1. Общие сведения о моделировании технологических процессов

Раздел 2. Оценка числовых характеристик технологических процессов.  
Тема 1. Методы обработки экспериментальных данных  
Тема 2. Статистические характеристики

Раздел 3. Применение критериев согласия при анализе технологических процессов  
Тема 1. Основные задачи анализа технологических процессов  
Тема 2. Статистические критерии и проверка статистических гипотез

Раздел 4. Статистические модели на основе пассивного эксперимента  
Тема 1. Статистической обработки результатов эксперимента  
Тема 2. Регрессионный анализ.

Раздел 5. Статистические модели на основе активного эксперимента  
Тема 1. Общие сведения о планировании эксперимента  
Тема 2. Общие сведения о планах второго порядка

Раздел 6. Экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов  
Тема 1. Методы оптимизации технологических процессов

### 4.3. Лекции/лабораторные/ практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, лабораторного практикума/практических занятий/ и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Общие сведения о моделировании технологических процессов</b>				<b>6</b>
	Тема 1. Общие сведения о моделировании технологических процессов	Лекция № 1. Типы моделей. Виды экспериментов. Классы математических моделей. Методы построения математических моделей.	УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2;	Зачет с оценкой	2
		Практическое занятие №1. Параметрические схемы технологических процессов в среде <i>MS Excel</i> .	ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3	Контрольный опрос	4
2	<b>Раздел 2. Оценка числовых характеристик технологических процессов.</b>				<b>6</b>
	Тема 1. Методы обработки	Лекция № 2. Ряды распределения.	УК-1.2; ОПК-1.2;	Зачет с оценкой	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	экспериментальных данных		ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3		
		Практическое занятие №2. Метод экспертных оценок (априорное ранжирование факторов) в среде <i>MS Excel</i> .	УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3	Контрольный опрос	2
	Тема 2. Статистические характеристики	Лекция № 3. Вероятностная оценка статистических Характеристик.	УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3	Зачет с оценкой	1
		Практическое занятие №3. Предварительная обработка экспериментальных данных в среде <i>MS Excel</i> .		Контрольный опрос	2
	3.	Раздел 3. Применение критериев согласия при анализе технологических процессов			
	Тема 1. Основные задачи анализа технологических процессов	Лекция № 4. Метод экспертных оценок	УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3	Зачет с оценкой	1
		Практическое занятие №4. Метод однофакторного дисперсионного анализа в среде <i>MS Excel</i> .		Контрольный опрос	2
	Тема 2. Статистические критерии и проверка статистических гипотез	Лекция №5. Проверка эмпирического распределения. Сравнение двух дисперсий.	УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3	Зачет с оценкой	1
		Практическое занятие №5. Метод многофакторного дисперсионного анализа в среде <i>MS Excel</i> .		Контрольный опрос	2
4.	Раздел 4. Статистические модели на основе пассивного эксперимента				6

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	Тема 1. Статистической обработки результатов эксперимента	Лекция №6. Метод наименьших квадратов.	УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3	Зачет с оценкой	1
		Практическое занятие №6. Метод наименьших квадратов в среде <i>MS Excel</i> .		Контрольный опрос	4
	Тема 2. Регрессионный анализ.	Лекция №7. Основы корреляционного и регрессионного анализа	УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3	Зачет с оценкой	1
5.	<b>Раздел 5. Статистические модели на основе активного эксперимента</b>				<b>6</b>
	Тема 1. Общие сведения о планировании эксперимента	Лекция №8. Полный и дробный факторные эксперименты	УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3	Зачет с оценкой	1
		Практическое занятие №7. Полный факторный эксперимент в среде <i>MS Excel</i> .		Контрольный опрос	2
	Тема 2. Общие сведения о планах второго порядка	Лекция №9. Центральное композиционное ротатабельное планирование. Ортогональное центральное композиционное планирование	УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3	Зачет с оценкой	1
		Практическое занятие №8. Центральное композиционное ротатабельное планирование в среде <i>MS Excel</i> .		Контрольный опрос	2
6.	<b>Раздел 6. Экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов</b>				<b>6</b>
	Тема 1. Методы оптимизации технологических процессов	Лекция №10. Оптимизация методом «крутое восхождение». Оптимизация симплекс методом.	УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3	Зачет с оценкой	2
		Практическое занятие №9. Оптимизация методом «крутого восхождения» в среде <i>MS Excel</i> .		Контрольный опрос	4

#### 4.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Общие сведения о моделировании технологических процессов</b>		
1.	Тема 1. Общие сведения о моделировании технологических процессов	Основные понятия моделирования. Типы моделей. Классификация методов построения математических моделей. Структура математического описания при детерминированном и статистическом подходах (УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3).
<b>Раздел 2. Оценка числовых характеристик технологических процессов.</b>		
2.	Тема 1. Методы обработки экспериментальных данных	Основные этапы и задачи статистической обработки экспериментальных данных. Дискретные и непрерывные распределения. Проверка закона распределения наблюдений. Выявление аномальных наблюдений в одномерных выборках. Выявление аномальных наблюдений в совокупности связанных величин (УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3).
<b>Раздел 3. Применение критериев согласия при анализе технологических процессов</b>		
3.	Тема 1. Основные задачи анализа технологических процессов	Основные задачи анализа технологических процессов. Уровень значимости и доверительная вероятность. Статистические критерии. Задача сравнения двух дисперсий. Задача сравнения двух средних арифметических значений. Проверка эмпирического распределения (УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3).
<b>Раздел 4. Статистические модели на основе пассивного эксперимента</b>		
4.	Тема 1. Статистической обработки результатов эксперимента	Формы связи двух величин. Методы аналитического выражения связи. Однофакторная линейная регрессия. Корреляция. Множественная линейная регрессия. Криволинейная регрессия. Сериальная корреляция. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Метод наименьших квадратов (УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3).
<b>Раздел 5. Статистические модели на основе активного эксперимента</b>		
5.	Тема 1. Общие сведения о планировании эксперимента	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Интерпретация уравнения регрессии. Планирование второго порядка (ОЦКП и ЦКРП). Каноническая форма уравнения регрессии. (УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3).
<b>Раздел 6. Экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов</b>		
6.	Тема 1. Методы оптимизации технологических процессов	Общая постановка задачи оптимизации. Критерии оптимизации. Аналитические методы оптимизации. Поисковые методы оптимизации (УК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-5.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3).

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Общие сведения о моделировании технологических процессов	Л	Интерактивная лекция и презентация
2.	Методы обработки экспериментальных данных	Л	Интерактивная лекция и презентация
3.	Статистические критерии и проверка статистических гипотез	Л	Интерактивная лекция и презентация
4.	Общие сведения о планировании эксперимента	Л	Интерактивная лекция и презентация
5.	Методы оптимизации технологических процессов	Л	Интерактивная лекция и презентация
6.	Полный факторный эксперимент	ПЗ	Компьютерная симуляция
7.	Центральное композиционное ротатабельное планирование.	ПЗ	Компьютерная симуляция
8.	Оптимизация методом «крутого восхождения»	ПЗ	Компьютерная симуляция

### 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

#### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

##### Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)

1. Основные понятия моделирования
2. Параметрические схемы технологических процессов, принципы составления.
3. Ряды распределений. Нормальный закон распределения
4. Статистические характеристики случайных величин
5. Предварительная обработка экспериментальных данных
6. Метод экспертных оценок
7. Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ
8. Корреляционный и регрессионный анализ.
9. Метод наименьших квадратов.
10. Общие сведения о статистическом планировании эксперимента
11. Полный факторный эксперимент
12. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии
13. Проверка адекватности при наличии и отсутствии параллельных опытов
14. Интерпретация модели, полученной по результатам полного факторного эксперимента
15. Дробный факторный эксперимент
16. Центральное композиционное ротатабельное планирование
17. Приведение уравнения регрессии к канонической форме
18. Оптимизация методом «крутое восхождение»

19. Оптимизация симплекс методом
20. Оптимизация методом «ридж-анализ»
21. Математическое моделирование и оптимизация технологических процессов на базе стандартных пакетов прикладных программ. Сравнительное описание возможностей
22. Возможности *Microsoft Excel* для решения задач моделирования и оптимизации технологических процессов

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине используется традиционная система контроля и оценки успеваемости с выставлением оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Критерии оценивания результатов обучения (зачет с оценкой)

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » 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. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий</b> .
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний)</b> .
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » 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. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный</b> .
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы</b> .

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А. С. Гордеев. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1572-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211415>.

2. Пантюхина, Е. В. Математическое моделирование технологических машин пищевых производств : учебник / Е. В. Пантюхина, Э. В. Дьякова. – Тула : ТулГУ, 2021. – 208 с. – ISBN 978-5-7679-4894-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/226268>.

3. Пен, Р. З. Статистические методы математического моделирования, анализа и оптимизации технологических процессов: учебное пособие для вузов / Р. З. Пен, В. Р. Пен. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 308 с. – ISBN 978-5-8114-8369-3. – Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/175505>

4. Алексеев, Г. В. Математические методы в пищевой инженерии : учебное пособие / Г. В. Алексеев, Б. А. Вороненко, Н. И. Лукин. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 176 с. – ISBN 978-5-8114-1348-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210974>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Голубева, Н. В. Основы математического моделирования систем и процессов: учебное пособие / Н. В. Голубева. – 2-е изд., с измен. – Омск: ОмГУПС, 2019. – 95 с. – ISBN 978-5-949-41238-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/129153>

2. Беззубцева, М. М. Научное обоснование энергоэффективности технологических процессов. Вероятностное моделирование энерготехнологических поточных линий для АПК : учебное пособие / М. М. Беззубцева, В. С. Волков. – Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2018. – 157 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/162638>.

3. Нуралин, Б. Н. Методы математического моделирования и параметрической оптимизации технологических процессов в инженерных расчетах: учебное пособие / Б. Н. Нуралин, В. С. Кухта; под редакцией Б. Н. Нуралина. – Уральск: ЗКАТУ им. Жангир хана, 2017. – 285 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/147887>.

### 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Не имеется.



## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Электронно-библиотечные системы (ЭБС), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

<http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека. В библиотеке представлены полнотекстовые источники по всем разделам дисциплины.

<http://www.biblioclub.ru/> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн. ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) на платформе издательства «Лань». ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

[http://ru/ wikipedia.org/](http://ru.wikipedia.org/)

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 8

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Учебный корпус №1, ауд.102	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Учебный корпус №1, ауд.221	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Учебный корпус №1, ауд.326	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальный зал	Компьютеры

## 10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств» студентам необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет-ресурсами и консультации преподавателя. Для успешного выполнения практических занятий, входящих в практикум, студент должен самостоятельно готовиться к каждому занятию, а также строго выполнять правила техники безопасности работы в лаборатории кафедры.

Качество выполнения каждого занятия оценивает и фиксирует преподаватель. На первом занятии все студенты знакомятся с правилами техники безопасности и обязаны строго выполнять их при нахождении в лаборатории кафедры. Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные занятия, невыполненные задания) должны быть ликвидированы.

рованы. Студент, пропустивший занятия обязан их отработать. Отработка практических занятий осуществляется в присутствии преподавателя.

Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к экзамену должен предоставить рукописный конспект лекций или написать реферат по пропущенным темам.

Студент получает допуск к экзамену, если выполнены и сданы все лабораторные и практические работы.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Специфика дисциплины «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств» является неразрывная связь теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях, подтверждаются и усваиваются на практических занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания физики в объеме школьной программы и элементарной математики. Для повышения уровня знаний по дисциплине у студентов, необходимо искать пути совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, демонстрация опытов;
- компьютеризация обучения;
- использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная;
- систематический контроль различных видов в процессе обучения.

Программу разработал:

Торопцев В.В., к.т.н., доцент

