

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Воткинский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»



Директор

Давыдов И. А.

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование в машиностроении

направление 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

профиль Технология машиностроения

уровень образования: бакалавриат

форма обучения: заочная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 4 зачетные единицы


Кафедра Технология машиностроения и приборостроения

Составитель Смирнов Виталий Алексеевич, к. т. н., доцент

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (уровень бакалавриата) № 1044 от 17.08.2020 и рассмотрена на заседании кафедры

Протокол от 11.04. 2023 г. № 4

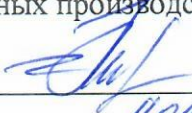
Заведующий кафедры «Технология машиностроения и приборостроения»


11.04. Р. М. Бакиров
2023 г.


СОГЛАСОВАНО

Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану направления 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств


11.04 А.Н. Шельпяков
2023 г.

Ведущий специалист учебной части
ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»


11.04. Л.Н. Соловьева
2023 г.

Аннотация к дисциплине

<i>Название дисциплины</i>	Математическое моделирование в машиностроении
<i>Направление подготовки (специальность)</i>	15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
<i>Профиль</i>	Технология машиностроения
<i>Место дисциплины</i>	Обязательная часть Блока 1. Дисциплины (модули)
<i>Трудоемкость (з.е. / часы)</i>	4 з.е. / 144 часов
<i>Цель изучения дисциплины</i>	Целью освоения дисциплины является ознакомление с основными методами математического моделирования технических систем в машиностроении.
<i>Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины</i>	ОПК-5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда; ОПК-8. Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа.
<i>Содержание дисциплины (основные разделы и темы)</i>	Введение. Сущность математического моделирования. Случайные величины и ошибки вычислений. Построение математической модели по экспериментальным данным. Случайные величины и их характеристики. Имитационное моделирование в машиностроении. Имитационное моделирование точности инструментального блока для станка с ЧПУ. Размерный анализ методами имитационного моделирования. Решение задач теории поля. Математическое моделирование траектории движения инструмента на станке с ЧПУ.
<i>Форма промежуточной аттестации</i>	Зачет

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью дисциплины является ознакомление с основными методами математического моделирования технических систем в машиностроении.

Задачи дисциплины:

- приобретение знаний по основным методам построения математических моделей в машиностроении;
- приобретение умений построения математических моделей технологических процессов в машиностроении;
- приобретение навыков работы с программными средствами для математического и имитационного моделирования.

2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у студента должны быть сформированы

Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Знания
1	основные положения теории моделирования технических систем
2	способы построения математических моделей технологических процессов в машиностроении

Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Умения
1	применять основные методы построения математических моделей технических систем
2	оценивать точность и достоверность результатов моделирования
3	обрабатывать экспериментальные данные и строить на их основе математические модели

Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Навыки
1	работа с программными средствами для математического и имитационного моделирования
2	реализация простых алгоритмов имитационного моделирования

Компетенции, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

Компетенции	Индикаторы	Знания	Умения	Навыки
ОПК-5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах	ОПК-5.1. Знать: законы естественных наук, основные закономерности, действующие в процессе конструирования и проектирования машиностроительных изделий, их влияние на качественные показатели и производственные затраты.	1,2	-	-
	ОПК-5.2. Уметь: применять естественнонаучные знания для	-	1,2,3	-

общественного труда.	конструирования и проектных расчетов изделий машиностроения, определения производственных затрат.			
	ОПК-5.3. Владеть: навыками конструирования и проектных расчетов изделий машиностроения, определения производственных затрат	-	-	1,2
ОПК-8. Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа.	ОПК-8.1. Знать: методы оптимизации объектов, процессов и систем инженерной деятельности	1,2	-	-
	ОПК-8.2. Уметь: проводить анализ технической задачи и выбирать адекватные методы решения.	-	1,2,3	-
	ОПК-8.3. Владеть: навыками использования выбранных методов	-	-	1,2

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин (модулей):

Математика, физика, информатика, методы компьютерного конструирования, введение в профессиональную деятельность, технология конструкционных материалов.

Перечень последующих дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

Оптимальное проектирование в машиностроении, технология машиностроения, программирование станков с числовым программным управлением, технологические процессы сборочного производства.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы					Содержание самостоятельной работы
				контактная				СРС	
				лек	пр	лаб	КЧА		
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11
1	Введение. Сущность математического моделирования. Случайные величины и ошибки вычислений.	26	5	2	-	4	-	20	Изучение материала. Просмотр видео. Подготовка к лабораторной работе.

2	Построение математической модели по экспериментальным данным.	32	5	2	2	-	-	28	Изучение материала. Просмотр видео.
3	Имитационное моделирование в машиностроении	36	5	2	-	-	-	34	Изучение материала. Просмотр видео. Подготовка к лабораторной работе.
4	Решение задач теории поля.	28	5	2	2	-	-	24	Изучение материала. Просмотр видео.
5	Математическое моделирование траектории движения инструмента.	20	5	-	-	-	-	20	Изучение материала. Подготовка к лабораторной работе.
	Зачет	2	6	-	-	-	0,3	1,7	Зачет выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости
	Итого:	144		8	4	4	0,3	127,7	

4.2 Содержание разделов курса и формируемых в них компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Коды компетенции и индикаторов	Знания	Умения	Навыки	Форма контроля
1	Введение. Сущность математического моделирования. Случайные величины и ошибки вычислений.	ОПК-5.1, 5.2, 5.3, 8.1, 8.2, 8.3	1,2	1,2	1	Ответы на вопросы на лекции. Тестирование. Защита лабораторной работы.
2	Построение математической модели по экспериментальным данным.	ОПК-5.1, 5.2, 5.3, 8.1, 8.2, 8.3	2	2,3	1	Ответы на вопросы на лекции. Тестирование. Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
3	Имитационное моделирование в машиностроении	ОПК-5.1, 5.2, 5.3, 8.1, 8.2, 8.3	1,2	1,2	1,2	Тестирование.

4	Решение задач теории поля.	ОПК-5.1, 5.2, 5.3, 8.1, 8.2, 8.3	2	1,2	1	Тестирование. Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
5	Математическое моделирование траектории движения инструмента.	ОПК-5.1, 5.2, 5.3, 8.1, 8.2, 8.3	2		1	Устный опрос.

4.3 Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лекций	Трудоемкость (час)
1.	1	Сущность математического моделирования. Ошибки вычислений. Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин.	2
2.	2	Однофакторная линейная и нелинейная регрессия. Многофакторная регрессия. Установление закона распределения случайной величины по выборке. Проверка статистических гипотез в машиностроении.	2
3.	3	Сущность имитационного моделирования. Размерный анализ методами имитационного моделирования. Имитационное моделирование точности инструментального блока для станка с ЧПУ. Имитационное моделирование работы сложных систем.	2
4.	4	Теоретические сведения о задачах теории поля. Начальные и граничные условия. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов.	2
	Всего		8

4.4 Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час)
1.	2	Построение математической модели по экспериментальным данным. <i>Многофакторная регрессионная модель по экспериментальным данным. Проверка адекватности модели. Установление закона распределения случайной величины по выборке.</i>	2
3.	4	Моделирование теплопередачи в ELCUT. <i>Использование прикладных программных продуктов для решения задач теплопроводности.</i>	2
	Всего		4

4.5 Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоёмкость (час)
1.	1	Ошибки вычислений. <i>Составить математическую модель для расчета массы детали по ее чертежу. Рассчитать результирующую погрешность массы детали в зависимости от погрешностей ее размеров. Дать рекомендации по уменьшению результирующей погрешности.</i>	4
	Всего		4

5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся:

– тестирование:

Тест №1. Введение. Сущность математического моделирования. Случайные величины и ошибки вычислений.

Тест №2. Построение математической модели по экспериментальным данным.

Тест №3. Имитационное моделирование в машиностроении

Тест №4. Решение задач теории поля.

– защиты лабораторных работ:

ЛР №1. Ошибки вычислений.

– зачет.

Примечание: оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Статистические методы решения технологических задач: учебное пособие / О. В. Александрова, Т. А. Мацевич, Л. В. Кирьянова, В. Г. Соловьев. — Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 152 с. — ISBN 978-5-7264-1076-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/57057.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. — Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. — 271 с. — ISBN 5-89838-126-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/7003.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Севостьянов, А. В. Расчёт распределения температуры с использованием конечно-разностных методов: методические указания к расчётной работе по дисциплине «Численные методы решения задач теплоэнергетики» / А. В. Севостьянов. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 41 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная

система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/55148.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Смирнов В.А. Оптимальное проектирование в машиностроении в примерах и задачах [Текст]: учебное пособие / В.А. Смирнов. — Старый Оскол : ТНТ, 2021. — 312 с. : ил. ISBN 978-5-94178-697-8.
5. Смирнов В.А. Математическое моделирование в машиностроении в примерах и задачах: учебное пособие / В.А. Смирнов. — Старый Оскол: ТНТ, 2018. — 364 с.

б) дополнительная литература:

6. Ашихмин, В. Н. Введение в математическое моделирование: учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер. — Москва: Логос, 2004. — 439 с. — ISBN 5-94010-272-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/9063.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
7. Соломенцев Ю.М. и др. Моделирование точности при автоматизированном проектировании металлорежущего оборудования: Обзорная информация / Ю.М. Соломенцев, В.Г. Митрофанов, М.Г. Косов. — М.: ВНИИТЭМР, 1985. — 58 с.
8. Черный А.А. Математическое моделирование: Учеб. пособие – Пенза: Пенз. гос. ун-т, 2011. — 256 с. [Электронный ресурс]. — URL: <http://window.edu.ru/resource/912/72912/files/stup573.pdf>. — Режим доступа: свободный.
9. Щитов И.Н. Введение в методы оптимизации: Учеб. пособие для вузов / И.Н. Щитов. — М.: Высш. шк., 2008. — 206 с.: ил.

в) методические указания:

10. Ошибки вычислений: учеб.-метод. пособие для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» / сост.: В.А. Смирнов. — Воткинск: Изд. ВФ ИжГТУ имени М.Т.Калашникова, 2021. — 12 с.
11. Построение математической модели по экспериментальным данным. Многофакторная регрессия: учеб.-метод. пособие для выполнения практической работы по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» / сост.: В.А. Смирнов. — Воткинск: Изд. ВФ ИжГТУ имени М.Т.Калашникова, 2021. — 12 с.
12. Установление закона распределения размера детали: учеб.-метод. пособие для выполнения практической работы по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» / сост.: В.А. Смирнов. — Воткинск: Изд. ВФ ИжГТУ имени М.Т.Калашникова, 2021. — 8 с.
13. Имитационное моделирование точности инструментального блока для станка с ЧПУ: учеб.-метод. пособие для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» / сост.: В.А. Смирнов. — Воткинск: Изд. ВФ ИжГТУ имени М.Т.Калашникова, 2021. — 20 с.
14. Имитационное моделирование в размерном анализе конструкций: учеб.-метод. пособие для выполнения практической работы по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» / сост.: В.А. Смирнов. — Воткинск: Изд. ВФ ИжГТУ имени М.Т.Калашникова, 2021. — 11 с.
15. Моделирование теплопередачи в ELCUT: учеб.-метод. пособие для выполнения практической работы по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» / сост.: В.А. Смирнов. — Воткинск: Изд. ВФ ИжГТУ имени М.Т.Калашникова, 2021. — 14 с.
16. Математическое моделирование траектории движения инструмента на токарном станке с ЧПУ: учеб.-метод. пособие для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» / сост.: В.А. Смирнов. — Воткинск: Изд. ВФ ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2021. — 12 с.

17. Методические указания «Оформление контрольных работ, рефератов, курсовых работ и проектов, отчетов по практике, выпускных квалификационных работ». Составители: А.Ю. Уразбахтина, Р.М. Бакиров, В.А. Смирнов [Электронный ресурс]. — URL: http://vfistu.ru/images/files/docs/metodichka_po_oformleniu_v3.pdf. — Режим доступа: свободный.
18. Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы обучающихся. Составители: Е.В. Чумакова, Р.М. Бакиров [Электронный ресурс]. — URL: http://www.vfistu.ru/images/files/docs/metorg_po_sam_rabote.pdf. — Режим доступа: свободный.

г) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети

Интернет:

1. Электронно-библиотечная система IPRBooks <http://istu.ru/material/elektronno-bibliotechnaya-sistema-iprbooks>.
2. Национальная электронная библиотека – <http://нэб.рф>.
3. Мировая цифровая библиотека – <http://www.wdl.org/ru/>.
4. Международный индекс научного цитирования Web of Science – <http://webofscience.com>.
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

д) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Microsoft Excel 2016.
2. КОМПАС-3D v18.1.
3. WinNC.
4. ELCUT Студенческий.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Лекционные занятия.

Учебные аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

2. Практические занятия.

Учебные аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

3. Лабораторные работы.

Для лабораторных занятий используется аудитория №205, оснащенная следующим оборудованием: интерактивная доска, компьютер - 25 шт., интерактивный учебный класс EMCO на 7 учебных мест, 3D-принтер ANYCUBIC S - 2 шт.

4. Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к

электронной информационно-образовательной среде ИжГТУ имени М.Т. Калашникова:

- библиотека ВФ ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (адрес: 427430, г. Воткинск, ул. Шувалова, д. 1);

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

**Приложение к рабочей программе
дисциплины (модуля)**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Воткинский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»

**Оценочные средства
по дисциплине**
Математическое моделирование в машиностроении
наименование – полностью

направление 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

профиль Технология машиностроения

уровень образования: бакалавриат

форма обучения: заочная

общая трудоемкость дисциплины составляет: _____4_____ зачетных
единиц(ы)

1. Оценочные средства

Оценивание формирования компетенций производится на основе результатов обучения, приведенных в п. 2 рабочей программы и ФОС. Связь разделов компетенций, индикаторов и форм контроля (текущего и промежуточного) указаны в таблице 4.2 рабочей программы дисциплины.

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций, представлены ниже.

№ п/п	Коды компетенции и индикаторов	Результат обучения (знания, умения и навыки)	Формы текущего и промежуточного контроля
1	ОПК-5.1. Знать: законы естественных наук, основные закономерности, действующие в процессе конструирования и проектирования машиностроительных изделий, их влияние на качественные показатели и производственные затраты.	Знания: - основные положения теории моделирования технических систем - способы построения математических моделей технологических процессов в машиностроении	Тестирование. Защита лабораторной работы. Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий. Зачет.
2	ОПК-5.2. Уметь: применять естественнонаучные знания для конструирования и проектных расчетов изделий машиностроения, определения производственных затрат.	Умения: - применять основные методы построения математических моделей технических систем - оценивать точность и достоверность результатов моделирования - обрабатывать экспериментальные данные и строить на их основе математические модели	Защита лабораторной работы. Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
3	ОПК-5.3. Владеть: навыками конструирования и проектных расчетов изделий машиностроения, определения производственных затрат	Навыки: работа с программными средствами для математического и имитационного моделирования реализация простых алгоритмов имитационного моделирования	Защита лабораторной работы. Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
4	ОПК-8.1. Знать: методы оптимизации объектов, процессов и систем инженерной деятельности	Знания: - основные положения теории моделирования технических систем - способы построения математических моделей технологических процессов в машиностроении	Тестирование. Защита лабораторной работы. Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий. Зачет.
5	ОПК-8.2. Уметь: проводить анализ технической задачи и выбирать адекватные методы решения.	Умения: - применять основные методы построения математических моделей технических систем - оценивать точность и достоверность результатов моделирования - обрабатывать экспериментальные данные и строить на их основе математические модели	Защита лабораторной работы. Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий.

6	ОПК-8.3. Владеть: навыками использования выбранных методов	Навыки: работа с программными средствами для математического и имитационного моделирования реализация простых алгоритмов имитационного моделирования	Защита лабораторной работы. Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
---	--	--	--

Типовые задания для оценивания формирования компетенций

Наименование: зачет

Представление в ФОС:

Перечень вопросов для проведения зачета:

Раздел	Вопросы для проведения зачета
1	1. Ошибки вычислений. 2. Случайные величины и их характеристики. 3. Законы распределения случайных величин.
2	4. Однофакторная линейная и нелинейная регрессия. 5. Многофакторная регрессия. 6. Установление закона распределения случайной величины по выборке. 7. Проверка статистических гипотез в машиностроении.
3	8. Сущность имитационного моделирования. 9. Размерный анализ методами имитационного моделирования. 10. Имитационное моделирование точности инструментального блока для станка с ЧПУ. 11. Имитационное моделирование работы сложных систем.
4	12. Теоретические сведения о задачах теории поля. 13. Начальные и граничные условия. 14. Метод конечных разностей. 15. Метод конечных элементов.
5	16. Методы моделирования траектории движения инструмента на станке с ЧПУ

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2

Наименование: тест

Представление в ФОС: набор тестов по разделам дисциплины

Варианты тестов:

Тест по разделу «Введение. Сущность математического моделирования. Случайные величины».

1. В чем преимущества математического моделирования процесса по сравнению с его экспериментальным исследованием?

- Математическое моделирование дает более точный результат, чем эксперимент
- Математическое моделирование как правило дешевле, чем эксперимент
- Математическое моделирование можно осуществить даже там, где невозможен эксперимент
- Математическое моделирование позволяет получить общий результат, то есть результат для любых исходных данных

2. Каковы источники неустранимой погрешности при математическом моделировании?

- Неточность задания исходных данных
- Погрешности округления величин при вычислениях
- Неучтенные факторы в математической модели
- Ошибки, допущенные при решении математической модели

3. Рассчитайте погрешность суммы двух чисел $(10 \pm 1\%) + (20 \pm 1\%)$

- $30 \pm 2\%$
- $30 \pm 1\%$
- $30 \pm 1,5\%$
- $30 \pm 0,5\%$

4. Рассчитайте погрешность произведения двух чисел $(10 \pm 0,1 \text{ мм}) * (200 \pm 2 \text{ Н})$

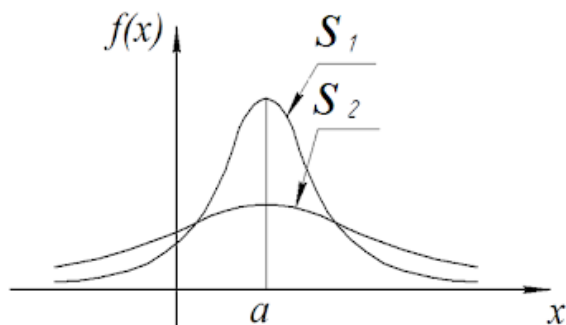
- $2000 \pm 40 \text{ Н*мм}$
- $2000 \pm 2,1 \text{ Н*мм}$
- $2000 \pm 20 \text{ Н*мм}$
- $2000 \pm 4,2 \text{ Н*мм}$

5. Случайная величина имеет равномерное распределение в интервале $[1; 9]$.

Какова вероятность попадания этой величины в интервал $[0; 3]$?

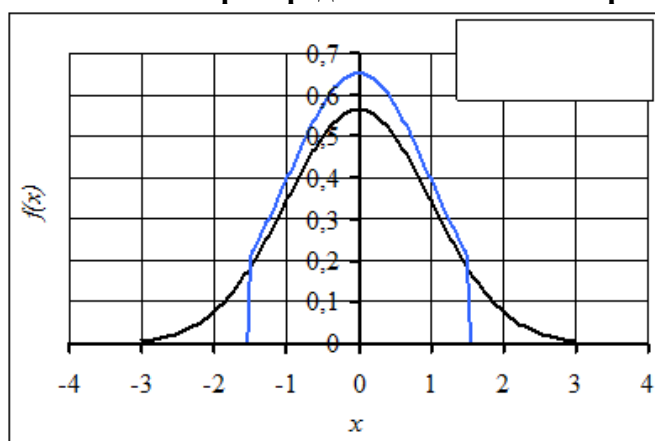
- $3/8$
- $1/4$
- $1/3$
- $3/10$

6. Сравните величины среднеквадратических отклонений S двух случайных величин, распределения которых показаны на рисунке



- $S_1 = S_2$
- $S_1 > S_2$
- $S_1 < S_2$

7. Какой закон распределения показан на рисунке линией синего цвета?



- Нормальный закон распределения
- Логарифмически нормальный закон распределения
- Экспоненциальный закон распределения
- Усеченный нормальный закон распределения

8. Какая из перечисленных характеристик показывает вариацию случайной величины?

- Медиана

- Среднее арифметическое
- Стандартное отклонение
- Коэффициент асимметрии

9. Какова вероятность попадания случайной величины, имеющей нормальное распределение с параметрами $\mu=2$, $\sigma=0,2$, в интервал $[1,6; 2,4]$.

- 0,95
- 0,68
- 0,99
- 0,84

10. Какие задачи решаются при установлении закона распределения случайной величины?

- Визуальная оценка характера распределения случайной величины
- Определение характеристик случайной величины
- Установление взаимосвязи случайной величины с другой случайной величиной
- Прогнозирование вероятности попадания случайной величины в тот или иной интервал

Тест по разделу «Построение математической модели по экспериментальным данным».

1. В чем заключается задача интерполяции функций?

- Даны координаты экспериментально полученных точек. Необходимо составить функцию, которая проходила бы через все точки.
- Даны координаты экспериментально полученных точек. Необходимо составить функцию, которая проходила бы наиболее близко к исходным точкам.
- Даны координаты экспериментально полученных точек. Необходимо составить функцию, которая проходила бы через первую и последнюю точки.
- Даны координаты экспериментально полученных точек. Необходимо составить функцию, которая проходила бы через максимально возможное количество точек.

2. Даны 3 точки с координатами (1; 2), (3; 5), (4; 6). Используя кусочно-линейную интерполяцию, найти значение y в точке $x=1,5$.

- $y=2,75$
- $y=3$
- $y=3,25$
- $y=1,75$

3. В каком случае следует использовать среднеквадратичное приближение при построении математической модели по экспериментальным данным?

- если исходные данные имеют погрешности
- при большом количестве исходных данных
- если исходные данные не имеют погрешности
- при небольшом количестве исходных данных

4. По какому критерию можно проверить адекватность математической модели, построенной по экспериментальным данным (адекватность уравнения регрессии)?

- Z -критерий нормального распределения
- t -критерий Стьюдента
- F -критерий Фишера
- χ^2 -критерий Пирсона

5. Какая величина характеризует качество математической модели, построенной по экспериментальным данным (качества уравнения регрессии)?

- парный линейный коэффициент корреляции r
- коэффициент детерминации R^2
- доверительная вероятность γ

- t -критерий Стьюдента
- 6. В каком интервале может находиться коэффициент детерминации?**
- $[0; 1]$
 - $[-1; 1]$
 - $[0, \infty]$
 - $[-\infty; \infty]$
- 7. Что показывает коэффициент a_1 в линейной модели $y=a_0+a_1x$?**
- на сколько единиц увеличится y при увеличении x на одну единицу
 - тангенс угла наклона аппроксимирующей прямой
 - координату пересечения прямой с осью y
 - на сколько процентов увеличится y при увеличении x на 1%
- 8. Что показывает коэффициент a_0 в линейной модели $y=a_0+a_1x$?**
- на сколько единиц увеличится y при увеличении x на одну единицу
 - тангенс угла наклона прямой
 - координату пересечения прямой с осью y
 - на сколько процентов увеличится y при увеличении x на 1%
- 9. Исходя из какого условия определяются коэффициенты a_0 и a_1 в линейной модели $y=a_0+a_1x$?**
- сумма квадратов отклонений линейной модели от экспериментальных точек минимальна
 - сумма отклонений линейной модели от экспериментальных точек минимальна
 - сумма отклонений линейной модели от экспериментальных точек равна нулю
 - сумма модулей отклонений линейной модели от экспериментальных точек минимальна
- 10. К какому виду интерполяции относится сплайн-интерполяция?**
- локальная
 - глобальная
 - среднеквадратичная
 - кусочно-постоянная
- 11. По какой формуле вычисляется коэффициент детерминации R^2 ? (D_y – дисперсия y , D_{yx} – дисперсия y , рассчитанная по уравнению регрессии; D_{y-yx} – дисперсия остатков)**
- $R^2 = \frac{D_y}{D_{yx}}$
 - $R^2 = \frac{D_{y-yx} + D_{yx}}{D_y}$
 - $R^2 = \frac{D_{y-yx}}{D_{yx}}$
 - $R^2 = \frac{D_{yx}}{D_y}$
- 12. Что показывает коэффициент детерминации R^2 ?**
- долю дисперсии результативного признака, которую можно объяснить изменением факторных признаков
 - силу и направление корреляционной связи между факторной и результативной переменными
 - на сколько увеличивается результативный признак при увеличении факторного признака на одну единицу
 - долю дисперсии результативного признака, которая объясняется влиянием случайных факторов, не включенных в математическую модель
- 13. Какие факторные переменные не следует включать в регрессионную модель?**

- факторная переменная с дисперсией меньшей, чем дисперсия результативной переменной
- факторная переменная, имеющая сильную корреляционную связь с другой факторной переменной
- факторная переменная, имеющая близкий к нулю коэффициент корреляции с результативной переменной
- факторная переменная, имеющая близкий к единице коэффициент корреляции с результативной переменной

14. Парный линейный коэффициент корреляции между переменными равен -1.

Что это означает?

- между переменными существует сильная обратная корреляционная связь
- между переменными нет корреляционной связи
- между переменными существует обратная функциональная связь
- между переменными существует сильная прямая корреляционная связь

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2

Наименование: защита лабораторных работ

Представление в ФОС: задания и/или вопросы к защите лабораторных работ

Варианты заданий:

ЛР №1. «Ошибки вычислений»:

- Что такое неустранимая погрешность? Каковы ее источники?
- Что такое погрешность численного метода?
- Что такое абсолютная погрешность? Какую единицу измерения она имеет?
- Что такое относительная погрешность? Какую единицу измерения она имеет?
- Как оценить погрешность суммы двух величин?
- Как оценить погрешность разности двух величин?
- Как оценить погрешность произведения двух величин?
- Как оценить погрешность частного двух величин?
- Как оценить погрешность числа при возведении его в степень?

ЛР №2. «Имитационное моделирование точности инструментального блока для станка с ЧПУ»:

- Чем характеризуется точность инструментального блока и для чего ее рассчитывать?
- Что такое имитационное моделирование?
- Какова последовательность имитационного моделирования точности инструментального блока для станка с ЧПУ?
- Какие Вы знаете типы звеньев размерной цепи, влияющих на точность инструментального блока?
- Как при расчете биения рабочей части режущего инструмента учитывается влияние перекосов осей при сборке конических соединений?
- Что такое передаточное отношение звена размерной цепи?
- Что такое вылет инструмента? Как влияет вылет инструмента на отклонение его оси?
- Как необходимо поступить, если погрешность инструментального блока больше предельно допустимой? Дайте рекомендации.
- Что такое доверительный интервал? Доверительная вероятность? Как они взаимосвязаны?

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2

Наименование: практические работы

Представление в ФОС: набор вариантов заданий

Варианты заданий:

Практическая работа №1. «Построение математической модели по экспериментальным данным».

- Что такое регрессия? Для чего она применяется?
- Какие задачи решает регрессионный анализ?
- Приведите примеры уравнений однофакторной регрессии.
- Поясните суть метода наименьших квадратов.
- Что такое остаток?
- Что показывает коэффициент a_1 в линейном уравнении регрессии $y = a_0 + a_1x$?
- Приведите нелинейное уравнение регрессии $y(x) = a \cdot x^b \cdot e^{cx}$ к линейному виду с помощью логарифмирования.
- Как выбрать вид уравнения однофакторной регрессии?
- Что показывает парный линейный коэффициент корреляции? Приведите примеры.
- Коэффициент корреляции между двумя случайными величинами составляет $-0,8$. Что это означает?
- Что такое дисперсия случайной величины?
- Как проверяется адекватность линейного уравнения регрессии?
- В каком случае уравнение регрессии не будет считаться адекватным исходным данным?
- Что такое коэффициент детерминации? Как он рассчитывается? Какие значения может принимать?
- Что такое доверительная вероятность?
- В чем отличие многофакторной регрессии от однофакторной?
- Приведите примеры многофакторных уравнений регрессии.
- Как оценивается адекватность многофакторной регрессии?
- Как свести уравнение степенной регрессии $y(x_1, x_2) = a \cdot x_1^b \cdot x_2^c$ к уравнению линейной регрессии?

Практическая работа №3. Моделирование теплопередачи в ELCUT.

- Что такое начальные и граничные условия при моделировании теплопередачи?
- Какие численные методы используют для решения задач теплопроводности?
- Каким образом моделируется нагрев поверхности тепловым потоком?
- Каким образом моделируется охлаждение поверхности жидкостью?
- Каким образом моделируется соприкосновение двух деталей?
- Какова последовательность решения задачи теплопроводности методом конечных элементов?
- Какие теплофизические свойства материалов используются в расчетах теплопередачи?
- На что влияет размер конечного элемента при выполнении теплофизических расчетов?

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2

2. Критерии и шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий (текущего контроля) устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей. Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Разделы дисциплины	Форма контроля	Количество баллов	
		min	max
1	Тест по разделу «Введение. Сущность математического моделирования. Случайные величины».	0	5
1	Защита лабораторной работы №1 «Ошибки вычислений»	0	5
2	Тест по разделу «Построение математической модели по экспериментальным данным».	0	5
2	Защита практической работы №1. Построение математической модели по экспериментальным данным.	0	5
3	Тест по разделу «Имитационное моделирование в машиностроении»	0	5
4	Тест по разделу «Решение задач теории поля».	0	5
4	Защита практической работы №3. Моделирование теплопередачи в ELCUT.	0	5
		0	35

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии. Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала.

Наименование, обозначение	Показатели выставления минимального количества баллов
Практическая работа	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. На защите практической работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Лабораторная работа	Лабораторная работа выполнена в полном объеме; Представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом при защите лабораторной работы, даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Тест	Правильно решено не менее 50% тестовых заданий
Устный опрос	Даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов.

Наименование, обозначение	Показатели выставления минимального количества баллов
	Продемонстрированы знания основного учебно-программного материала

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Итоговая оценка по дисциплине может быть выставлена на основе результатов текущего контроля с использованием следующей шкалы:

Оценка	Набрано баллов
«зачтено»	20...35
«не зачтено»	0...19

Если сумма набранных баллов менее 20 – обучающийся не допускается до промежуточной аттестации.

Билет к зачету включает 2 теоретических вопроса.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного опроса.

Время на подготовку: 20 минут.

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкала оценки:

Оценка	Критерии оценки
«зачтено»	Обучающийся демонстрирует знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы, умеет применять его при выполнении конкретных заданий, предусмотренных программой дисциплины
«не зачтено»	Обучающийся демонстрирует значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение