

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ТТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

_____ Т.И. Улитина

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ»

Специальность: 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация: Проектирование инструментальных комплексов в
машиностроении

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математические методы обработки экспериментальных данных» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует фундаментализации образования, формированию мировоззрения и развитию системного мышления. Дисциплина является дополнительной для изучения всех математических и специальных дисциплин. Знания и практические навыки, полученные по дисциплине «Математические методы обработки экспериментальных данных», используются обучаемыми при изучении общепрофессиональных и профессиональных дисциплин, а также при выполнении тестов, контрольных и домашних работ.

1.1 Цели дисциплины

Цель дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» – повышение уровня фундаментальной математической подготовки студентов с усилением ее прикладной инженерной направленности, включая проведение, статистическую обработку и анализ экспериментальных данных.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины являются практическое овладение математическими методами обработки экспериментальных данных (сбора и анализа данных, оценки неизвестных параметров распределения, проверки статистических гипотез, корреляционного и регрессионного анализа), использование библиотеки стандартных программ (Mathcad).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Математические методы обработки экспериментальных данных» относится к вариативной части (дисциплина по выбору) учебного плана (Б1.В.ДВ.1.2)

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.13.1 Перечень компетенций

Изучение дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

– способен понимать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и машиностроительном производстве. (ОПК-1);

Универсальные компетенции (УК):

– способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1).

Универсальная естественно-научная компетенция (УКЕ)

– способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах (УКЕ-1).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

– практические приемы и методы инженерной деятельности; основные виды инженерной деятельности; способы формирования инженерной деятельности (3-ОПК-1);

– основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (3-УКЕ-1);

– методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации (3-УК-1);

уметь:

– формулировать задачи инженерной деятельности; выбирать методы инженерной деятельности; работать со справочной и специальной литературой по инженерной деятельности (У-ОПК-1);

– использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи (У-УКЕ-1).

– применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации (У-УК-1).

владеть:

– опытом построения инженерной деятельности; опытом обеспечения надежности инженерной деятельности (У-ОПК-1);

– методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами (В-УКЕ-1);

– методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий (В-УК-1).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Естественнонаучный и общепрофессиональный модули		
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей

Семестр 6									
1	Раздел 1	1-9	18	-	18	18	T1 – 4	KP1 – 9	25
2	Раздел 2	10-18	18	-	18	18	T2 – 14	KP2 – 18	25
Итого			36	-	36	36	20	30	50
Зачет с оценкой		–							50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

Раздел 1

Тема 1.1 Введение в основные понятия ОЭД

Введение в курс Обработки Экспериментальных Данных (ОЭД). Определение круга задач решаемых с помощью ОЭД.

Описательные статистики случайных величин и оценка доверительного интервала при повторных измерениях. Выявление и исключение промахов из серии измерений. Основные источники погрешности измерений (случайные и систематические). Классификация типов ошибок (личные, приборные, ошибки модели и др.). Методы оценки и разделения типов ошибок.

Тема 1.2 Виды распределений случайных величин

Типы Распределений Плотности Вероятностей (РПВ) случайных ошибок. Классификация РПВ, вид распределения, параметры, переменные, среднее и дисперсия. Генераторы Случайных Чисел (ГСЧ) соответствующих различным РПВ

Тема 1.3 Поиск параметров распределений случайных величин

Методы оценки параметров РПВ (метод гистограмм, Парзеновских окон, ближайших соседей и др. методы). Использование Вероятностных таблиц. Алгоритмы и примеры использование методов

Раздел 2

Тема 2.1 Введение в регрессионный анализ

Уравнение регрессии. Регрессия линейная и нелинейная. Метод нахождения оптимальных параметров линейной регрессии — метод наименьших квадратов (МНК). Алгоритмы решения задач при помощи МНК.

Тема 2.2 Основы теории подобия и размерностей

Размерные и безразмерные величины. Основные и производные параметры. Формула размерности. Технология построения безразмерных комплексов.

Тема 2.3 Планирование численного или физического эксперимента

Основные понятия. План полного факторного эксперимента. Математическая модель прогресса. Оценка воспроизводимости данных (критерий Корхена).

Тема 2.4 Линейное программирование

Задачи линейного программирования. Основная задача линейного программирования. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Табличный метод нахождения оптимального решения.

4.2 Тематический план практических работ

1. Оценка погрешности измерений. Граф представления данных.
2. Графическое представление данных. Правила построения графиков и диаграмм. Графические возможности пакета Excel. Пакет Mathcad.
3. Основные положения теории вероятностей. Дискретная случайная величина.
4. Непрерывная случайная величина
5. Точечные оценки
6. Интервальные оценки
7. Выборочный метод
8. Проверка статистических гипотез
9. Дисперсионный анализ
10. Корреляционный анализ
11. Регрессионный анализ
12. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.

4.3 Самостоятельная работа студентов

1. Индивидуальное задание №1: «Основные понятия ОЭД. Случайные величины»
2. Индивидуальное задание №2: «Метод наименьших квадратов. Регрессионная модель»

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учитывая требования ОС ВО по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий. Многие практические занятия реализованы компьютерными технологиями.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
КР1	Контрольная работа №1	«Обработка экспериментальных данных. Случайные величины» 6 задач в 3 вариантах	Комплект контрольных заданий по вариантам
КР2	Контрольная работа №2	«Регрессивный анализ. Линейное программирование» 3 задачи в 3 вариантах	
ИД31	Индивидуальные задания №1	«Основные понятия ОЭД. Случайные величины» 3 задания в 10 вариантах	Фонд тестовых заданий
ИД32	Индивидуальные задания №2	«Метод наименьших квадратов. Регрессионная модель» 2 задания в 10 вариантах	

Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ОПК-1	З-ОПК-1	У-ОПК-1	В-ОПК-1	КР1, КР2, ИД31, ИД32, ЗО
УК-1	З-УК-1	У-УК-1	В-УК-1	КР1, КР2, ИД31, ИД32, ЗО
УКЕ-1	З-УКЕ-1	У-УКЕ-1	В-УКЕ-1	КР1, КР2, ИД31, ИД32, ЗО

Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Рубежный контроль – неделя	Промежуточная аттестация
6 семестр						
Раздел 1	Введение в основные понятия ОЭД. Виды распределений случайных величин. Поиск параметров распределений случайных величин	ОПК-1	З-ОПК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1	ИДЗ 1-4	КР1-9	Зачет с оценкой
Раздел 2	Введение в регрессионный анализ. Основы теории подобия и размерностей. Планирование численного или физического эксперимента. Линейное программирование.	УК-1	З-УК-1 У-УК-1 В-УК-1	ИДЗ 2-14	КР2-18	

Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл–мин. балл
ИЗ1	Индивидуальное задание №1	выставляется студенту, если 3 задачи выполнены правильно	10	10 – 6
		выставляется студенту, если 2 задачи выполнены правильно, а третья содержит не более одного недочета	9	
		выставляется студенту, если 2 задачи выполнены правильно, а третья содержит не более двух недочетов	8	
		выставляется студенту, если 1 задача выполнена правильно, а вторая содержит не более одной грубой ошибки	7	
		выставляется студенту, если 1 задача выполнена правильно, а вторая содержит ошибки	6	
		выставляется студенту, если задачи не выполнены и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<6	
ИЗ2	Индивидуальное задание №2	выставляется студенту, если 2 задачи выполнены правильно	10	10-6
		выставляется студенту, если 1 задача выполнена правильно, а вторая содержит не более одного недочета	9	
		выставляется студенту, если 1 задача выполнена правильно, а вторая содержит не более двух недочетов	8	

		выставляется студенту, если 1 задача верно, а вторая содержит не более одной грубой ошибки	7	
		выставляется студенту, если 1 задача выполнена правильно, а вторая содержит ошибки	6	
		выставляется студенту, если задачи не выполнены и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<6	
КР1	Контрольная работа №1	выставляется студенту, если все шесть задач решены верно	15	15–9
		выставляется студенту, если пять задач решены верно, а шестая с незначительными недочетами	14	
		выставляется студенту, если пять задач решены верно	13	
		выставляется студенту, если четыре задач решено верно, а одна задача с незначительными недочетами	12	
		выставляется студенту, если три задачи решены верно, а одна задача с незначительными недочетами	10	
		выставляется студенту, если 3 задачи решены верно	9	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<9	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если 3 задачи выполнены правильно	15	15 – 9
		выставляется студенту, если 2 задачи выполнены правильно, а третья содержит не более одного недочета	14	
		выставляется студенту, если 2 задачи выполнены правильно, а третья содержит не более двух недочетов	13	
		выставляется студенту, если 1 задача выполнена правильно, а вторая содержит не более одной грубой ошибки	12	
		выставляется студенту, если 1 задача выполнена правильно, а вторая содержит не более двух грубых ошибок	10	
		выставляется студенту, если 1 задача решена верно	9	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<9	
30	Зачет с оценкой	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной	40-50	50 – 30
		выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых	30-34	

	знаний, умений и навыков по данной дисциплине		
	если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно-ориентированные вопросы	<30	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте с оценкой
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы к зачету с оценкой

- Эксперимент как предмет исследования. Ошибки измерений и их оценка.
- Понятие эксперимента. Ошибки измерений: промахи, систематические, случайные.
- Обработка результатов прямого измерения. Округление результатов. Критерии исключения грубой погрешности.
- Графическое представление данных.
- Правила построения графиков и диаграмм.
- Графические возможности пакета Excel. Пакет Mathcad.
- Основные положения теории вероятностей.
- Основные понятия теории вероятностей. Действия с вероятностями. Дерево вероятностей. Формула Байеса
- Выборочный метод. Независимость данных.
- Генеральная совокупность и выборка. Методы и способы отбора.
- Определение ошибок и необходимых объемов выборки. Критерии определения независимости данных (наличие тренда).
- Закон распределения вероятностей дискретной случайной величины.
- Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины
- Биномиальный закон распределения вероятностей. Распределение Пуассона
- Моделирование дискретной случайной величины
- Непрерывные случайные величины. Функция распределения. Плотность распределения вероятностей.
- Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины. -
Законы распределения вероятностей: нормальный, показательный, равномерный
- Моделирование непрерывной случайной величины.
- Точечные оценки параметров случайной величины.
- Качества точечных оценок: несмещенность, состоятельность, эффективность.
- Выборочная средняя и выборочная дисперсия. Метод моментов точечной оценки неизвестных параметров заданного распределения.
- Описательная статистика и ее реализация в пакете Excel.
- Интервальные оценки параметров случайной величины.
Доверительный интервал и доверительная вероятность.

- Интервальные оценки параметров нормального распределения и их реализация в Excel .
- Интервальная оценка вероятности события. Интервалы предсказания.
- Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Распределения основных статистик и их квантили.
- Алгоритм проверки статистических гипотез. Проверка гипотез о равенстве числовых характеристик.
- Проверка гипотез о равенстве числовому параметру. Проверка гипотез о виде распределения. Проверка гипотез в пакете Excel.
- Основы дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ.
- Дисперсионный анализ.
- Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений. Реализация дисперсионного анализа в пакете Excel.
- Функциональная, статистическая и корреляционная зависимости.
- Ковариация и коэффициент корреляции. Основные положения корреляционного анализа. Двумерная модель. Ранговая корреляция.
- Основные положения регрессионного анализа.
- Метод наименьших квадратов.
- Парная регрессионная модель.
- Статистический анализ уравнения регрессии.
- Интервальная оценка и проверка значимости уравнения регрессии. Регрессия в Excel.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Васильев А.Н., Числовые расчеты в Excel : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 598 с.
2. Лукьянов С.И., Основы инженерного эксперимента : учебное пособие: [по специальности "Промышленная электроника"] / С. И. Лукьянов, А. Н. Панов, А. Е. Васильев. - Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2014. - 97, [1] с. : ил. ; 21 см. - (Высшее образование - Бакалавриат). - Библиогр.: с. 90. - 300 экз.

3. Поиск решения математических задач : учебная книга инженера-физика / В.В. Башуров и др. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2013. - 220 с.: ил.

7.2 Дополнительная литература

1. Копченова Н. В. , Вычислительная математика : в примерах и задачах: учеб. пособие / Н. В. Копченова, И. А. Марон. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 368 с. Вдовин, А.Ю. Справочник по математике для бакалавров: учебное пособие / А.Ю. Вдовин, Н.Л. Воронцова, Л.А. Золкина [и др.]. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2014. – 80 с.
2. Копченова, Н. В., Вычислительная математика : в примерах и задачах: учеб. пособие / Н. В. Копченова, И. А. Марон. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-0801-6 (в пер.) Гусак, А.А. Справочник по высшей математике / Гусак А.А., Гусак Г.М., Бричикова Е.А. – Электрон. текстовые данные. — Минск: ТетраСистемс, 2009.
3. Фомичёв, В. М. Криптографические методы защиты информации в 2 ч. Часть 1. Математические аспекты : учебник для вузов / В. М. Фомичёв, Д. А. Мельников ; под редакцией В. М. Фомичёва. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 209 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7088-3.
4. Вадутов, О. С. Электроника. Математические основы обработки сигналов : учебник и практикум для вузов / О. С. Вадутов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 307 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6551-3.

7.3 Интернет-ресурсы

- 1 Библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/140173/>, ограниченный
2. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dvo.sut.ru/libr/opds/i130hod2/index.html> , свободный

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной

аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>