

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»

Направление подготовки: 12.03.03 Приборостроение

Профиль подготовки: Информационно-измерительная техника и технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2021

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 дисциплинам по выбору учебного плана (Б1.В.ДВ.8.2).

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

3.1 Общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные и компетенции, введенные ОС

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

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения (ОПК-1);
- способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении (ОПК-3).

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- знать методы математического анализа и моделирования; знать фундаментальные законы и понятия естественнонаучных дисциплин; знать основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения (З-ОПК-1);
- знать основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения; знать физические явления и эффекты, используемые для получения измерительной и управляющей информации; знать области и возможности применения физических явлений и эффектов в приборостроительной технике (З-ОПК-3);

уметь:

- уметь применять методы математического анализа и моделирования для решения практических задач; уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования для проектирования и конструирования приборов и комплексов широкого назначения (У-ОПК-1);
- уметь использовать закономерности проявления физических эффектов при решении инженерных задач; уметь пользоваться современными средствами измерения, контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач; уметь разрабатывать программы и методики измерений, оптимально планировать эксперимент (У-ОПК-3);

владеть:

- владеть навыками применения знаний математического анализа в инженерной практике при моделировании; владеть навыками применения знаний естественнонаучных дисциплин в инженерной практике; владеть навыками применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности (В-ОПК-1);
- владеть навыками выбора и использования соответствующих ресурсов, современных методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений; владеть навыками обработки и представления полученных экспериментальных данных для получения обоснованных выводов (В-ОПК-3).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Естественнонаучный и общепрофессиональный модули		
Профессиональное и трудовое воспитание	<p>- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Экономика и управление производством", "Инновационная экономика и технологическое предпринимательство", "Правоведение" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
	- формирование психологической	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля

	готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)	для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
Интеллектуальное воспитание	- формирование культуры умственного труда (B11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часа.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости и (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
Семестр 6									
1	Раздел 1	1-9	18	-	18	18	ИДЗ 1 – 4	КР1 – 9	25
2	Раздел 2	10-18	18	-	18	18	ИДЗ 2 – 14	КР2 – 18	25
Итого			36	-	36	36	20	30	50
Зачет с оценкой			-						50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

Раздел 1 Введение в основные понятия обработки экспериментальных данных. Виды распределений случайных величин. Поиск параметров распределений случайных величин.

Тема 1.1 Введение в основные понятия обработки экспериментальных данных

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 использования методов

Раздел 2 Введение в регрессионный анализ. Основы теории подобия и размерностей. Планирование численного или физического эксперимента. Линейное программирование.

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 НИЯУ МИФИ ВО по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», реализация компетентностного 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, ИЗ1, ИЗ2, ЗО
ОПК-3	З- ОПК-3	У- ОПК-3	В- ОПК-3	КР1, КР2, ИЗ1, ИЗ2, ЗО

Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Рубежный контроль – неделя	Промежуточная аттестация
Раздел 1	Введение в основные понятия обработки экспериментальных данных. Виды распределений случайных величин. Поиск параметров распределений случайных величин	ОПК-1 ОПК-3	З-ОПК-1 З-ОПК-3 У-ОПК-1 У-ОПК-3 В-ОПК-1 В-ОПК-3	ИДЗ 1-4	КР1-9	Зачет с оценкой
Раздел 2	Введение в регрессионный анализ. Основы теории подобия и размерностей.	ОПК-1 ОПК-3	З-ОПК-1 З-ОПК-3 У-ОПК-1 У-ОПК-3 В-ОПК-1	ИДЗ 2-14	КР2-18	

	Планирование численного или физического эксперимента. Линейное программирование.		В-ОПК-3			
--	--	--	---------	--	--	--

Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
ИД31	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	
ИД32	Индивидуальное задание №2	выставляется студенту, если 2 задачи выполнены правильно	10	
		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 первые 3 задачи решены верно	9	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<9	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если три задачи решены верно	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 знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
		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	F

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 зачёте
«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 твёрдо 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

1. Эксперимент как предмет исследования. Ошибки измерений и их оценка.
2. Понятие эксперимента. Ошибки измерений: промахи, систематические, случайные.
3. Обработка результатов прямого измерения. Округление результатов. Критерии исключения грубой погрешности.
4. Графическое представление данных.
5. Правила построения графиков и диаграмм.
6. Графические возможности пакета Excel. Пакет Mathcad.
7. Основные положения теории вероятностей.
8. Основные понятия теории вероятностей. Действия с вероятностями. Дерево вероятностей. Формула Байеса
9. Выборочный метод. Независимость данных.
10. Генеральная совокупность и выборка. Методы и способы отбора.
11. Определение ошибок и необходимых объемов выборки. Критерии определения независимости данных (наличие тренда).
12. Закон распределения вероятностей дискретной случайной величины.
13. Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины
14. Биномиальный закон распределения вероятностей. Распределение Пуассона
15. Моделирование дискретной случайной величины
16. Непрерывные случайные величины. Функция распределения. Плотность распределения вероятностей.
17. Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины. - Законы распределения вероятностей: нормальный, показательный, равномерный
18. Моделирование непрерывной случайной величины.
19. Точечные оценки параметров случайной величины.

20. Качества точечных оценок: несмещенность, состоятельность, эффективность.
21. Выборочная средняя и выборочная дисперсия. Метод моментов точечной оценки неизвестных параметров заданного распределения.
22. Описательная статистика и ее реализация в пакете Excel.
23. Интервальные оценки параметров случайной величины.
Доверительный интервал и доверительная вероятность.
24. Интервальные оценки параметров нормального распределения и их реализация в Excel .
25. Интервальная оценка вероятности события. Интервалы предсказания.
26. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Распределения основных статистик и их квантили.
27. Алгоритм проверки статистических гипотез. Проверка гипотез о равенстве числовых характеристик.
28. Проверка гипотез о равенстве числовому параметру. Проверка гипотез о виде распределения. Проверка гипотез в пакете Excel.
29. Основы дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ.
30. Дисперсионный анализ.
31. Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений. Реализация дисперсионного анализа в пакете Excel.
32. Функциональная, статистическая и корреляционная зависимости.
33. Ковариация и коэффициент корреляции. Основные положения корреляционного анализа. Двумерная модель. Ранговая корреляция.
34. Основные положения регрессионного анализа.
35. Метод наименьших квадратов.
36. Парная регрессионная модель.
37. Статистический анализ уравнения регрессии.
38. 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, 2020. — 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. Гребенникова, И. В. Методы математической обработки экспериментальных данных : учебно-методическое пособие / И. В. Гребенникова. — Екатеринбург : УрФУ, 2015. — 124 с. — ISBN 978-5-7996-1456-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98332> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Глотова М.Ю. ИКТ и математические методы обработки данных : учебное пособие / Глотова М.Ю., Самохвалова Е.А.. — Москва : Московский педагогический государственный университет, 2019. — 244 с. — ISBN 978-5-4263-0767-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/94642.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8 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>