



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
естествознания и стандартизации

И.Ю. Мезин

«19» 10 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Обработка экспериментальных данных на ЭВМ

Направление подготовки
12.03.01 Приборостроение

Профиль программы
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения
Очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

Естествознания и стандартизации
Физики
3
5

Магнитогорск
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.02 Приборостроение, утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 г. № 959.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики

« 25 » 10 20 18 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации

« 29 » 10 20 18 г., протокол № 2.

Председатель  / И.Ю. Мезин /

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры физики, к.ф.-м.н

 / В.К. Белов /

Рецензент:
Профессор кафедры ВТиП, доктор технических наук, профессор

 / И.М. Ячиков /

1 Цели освоения дисциплины

Целью курса "Обработка экспериментальных данных на ЭВМ" является овладение определениями и методиками обработки экспериментальных данных, которые соответствуют современным стандартам образования.

Задачей данного курса является приобретение умения обработки данных с помощью современных оболочек: EXCEL, MATLAB по заданному алгоритму. Дело в том, что различные виды измерения обрабатываются по разным алгоритмам и необходимо из каждой оболочки выбрать необходимые точечные и функциональные оценки для обработки данных. Обучаемый после овладения материалом курса должен иметь умение: 1) обработки экспериментальных данных любого типа измерений; 2) правильного оформления результатов эксперимента в соответствии с требованием современных стандартов

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина "Обработка экспериментальных данных на ЭВМ" входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы по направлению подготовки «Приборостроение» профиля "Приборы и методы контроля качества и диагностики", являясь дисциплиной по выбору.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в результате изучения дисциплин: «физика», «математика», «информатика и информационные технологии», «физические основы получения информации».

Знания, умения, навыки, полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при разработке новых и использовании существующих средств неразрушающего контроля и диагностики. В эпоху цифровых технологий и активного использования компьютерной математики знания и умения в этой области следует считать базовыми для специалистов приборостроения "Приборы и методы контроля качества и диагностики".

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) " Обработка экспериментальных данных на ЭВМ " и планируемые результаты обучения"

В результате освоения дисциплины "Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле" обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-5 способностью обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	
Знать	<ul style="list-style-type: none">• Виды ошибок различных видов измерений• Виды точечных и интервальных оценок измеряемых величин при различных видах измерений.• Современные приёмы обработки сложных сигналов и изображений
Уметь:	<ul style="list-style-type: none">• Определять ошибки при различных видах измерений и оценивать точность их определения• Создавать элементарные программы по обработке результатов эксперимента с использованием среды EXCEL

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<ul style="list-style-type: none"> • Сформулировать требования по увеличению точности и по определению оптимального числа измерений числу измерений при обработке результатов эксперимента
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> • Навыками правильного оформления протоколов исследования. • Навыками правильного графического оформления протоколов исследования в среде MATLAB. • Навыками правильного графического оформления протоколов исследования в соответствии с современными стандартами.
ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	
Знать	MATLAB 16 <ul style="list-style-type: none"> • Signal Processing Toolbox; • Statistics Toolbox • Control System Toolbox • Wavelet Toolbox
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> • Разрабатывать простейшие программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей в сигнале • Разрабатывать простейшие программные продукты по обработке изображений. • Разрабатывать программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей с помощью вейвлет технологий
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> • Практическими навыками создания программного продукта по обнаружению и фильтрации 2D сигналов в неразрушающем контроле • Практическими навыками создания программного продукта по обнаружению и фильтрации 3D сигналов в неразрушающем контроле • Практическими навыками создания программного продукта по обнаружению и фильтрации 4D сигналов в неразрушающем контроле

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 49,9 академических часов:
 - аудиторная – 48 академических часов;
 - внеаудиторная – 1,9 академических часов
- самостоятельная работа – 58,1 академических часов;
- форма контроля – зачет с оценкой, курсовая работа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1.1. ВВЕДЕНИЕ. 1.1.1. Измерения 1.1.2. Виды измерения 1.1.3. Погрешности измерения 1.1.4. Статистическая обработка совокупности случайных величин.	5	1	4		10	Выполнение лабораторной работы по отысканию эффективного режима измерений	Проверка результатов и вычислений лабораторной работы	ОПК-5-зуб ПК-3-зуб
1.2. ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ. 1.2.1. Алгоритм метрологической обработки экспериментальных данных прямых измерений 1.2.2. Оформление результатов эксперимента, если распределение плотности вероятности не является нормальным 1.2.3. Статистическая обработка результатов эксперимента, если распределение плотности вероятности является нормальным. Оптимизация измерений. Определение максимального числа измерений. 1.2.4. Отсев грубых погрешностей при прямых измерениях	5	3	3		10	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента преподавателем	ОПК-5-зуб ПК-3-зуб

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1.3. КОСВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ. 1.3.1. Статистическая обработка результатов эксперимента при косвенных измерениях. 1.3.2. Элементы парного корреляционного и регрессионного анализа. Корреляционный анализ при косвенных измерениях. 1.3.3. Критерий ничтожных погрешностей при косвенных измерениях	5	3	5		10	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ОПК-5-зுவ ПК-3-зув
1.4. СОВОКУПНЫЕ И СОВМЕСТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ. 1.4.1. Метод наименьших квадратов при обработке результатов совокупных и совместных измерений 1.4.2. Алгоритм метрологической обработки экспериментальных данных совокупных и совместных измерений	5	5	12		14	Выполнение лабораторной работы по совокупным и совместным измерениям	Поверка результатов и вычислений лабораторной работы	ОПК-5-зுவ ПК-3-зув
1.5. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ. 1.5.1. Корреляционные и спектральные функции временных рядов. 1.5.2. Точечные оценки корреляционных и спектральных функций. 1.5.3. Алгоритм метрологической обработки временных рядов в эксперименте	5	4	12		14,1	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ОПК-5-зுவ ПК-3-зув
Итого по дисциплине		16	32		58,1			

5 Образовательные и информационные технологии

Результат освоения дисциплины «Обнаружение и фильтрация сигналов» – формирование у студентов компетенций ПК-2, ПК-3, представляющих собой динамичную совокупность знаний, умений и навыков, которую студент может продемонстрировать после завершения данной части образовательной программы.

Для формирования этих компетенций и реализации предусмотренных видов учебной работы, в учебном процессе в качестве образовательных технологий используются **традиционная и модульно-компетентностная** технологии.

Учебные занятия проводятся в виде:

1) лекций:

- *обзорных* – для систематизации и закрепления знаний по дисциплине
- *информационных* – для ознакомления со стандартами и справочной информацией
- *проблемных* – для развития исследовательских навыков и изучения способов решения задач.

Лекции проводятся в поточных аудиториях с применением демонстраций, компьютерных симуляций и компьютерных презентаций.

2) Лабораторных работ

В течение лабораторного практикума студент выполняет работы по изучению и выполнению заданий по составлению алгоритмов и написанию программ. Частично данные предоставляются преподавателем, частично – подготавливаются студентами во время самостоятельной работы. Студенты разделены на бригады не более 4-х человек. Перед началом выполнения лабораторной работы преподаватель должен проверить домашнюю подготовку студента. Далее преподаватель объясняет, каким инструментарием используемого программного пакета необходимо воспользоваться, указывает на наиболее эффективные методы обработки изучаемого типа данных. Студенты выполняют программирование, делают выводы.

В процессе обучения используются Учебно-Вычислительный Центр МГТУ, универсальная интегрированная система компьютерной математики MATLAB (в базовой комплектации).

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к лабораторным работам

Данный вид самостоятельной работы предполагает самостоятельную проработку обучающимся методического описания лабораторных работ.

После проведения компьютерного эксперимента обучающийся на основании методического описания лабораторной работы самостоятельно проводит обработку данных и готовит отчет по работе.

Примерные требования к отчету по лабораторным работам:

В отчет по лабораторной работе должны быть включены следующие пункты:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- описание математической модели исследуемого поля;
- результаты компьютерного эксперимента;
- анализ результатов работы;
- выводы.

Требования к содержанию отдельных частей отчета в лабораторной работе:

Описание математической модели исследуемого поля. В данном разделе необходимо описать полную систему физико-математических уравнений, моделирующих исследуемое поле.

Результаты компьютерного эксперимента. В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в результате компьютерного моделирования определенные (значения величин, графики, таблицы, диаграммы). Обязательно необходимо оценить область применимости полученных результатов.

Анализ результатов работы. Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

Вывод. В выводе кратко излагаются результаты работы, их зависимости от условий или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

Подготовка к курсовой работе

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых работ. Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсовой работы. Совпадение тем курсовых работ у студентов одной учебной группы не допускается.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовой работе и рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Курсовая работа должна содержать введение с постановкой поставленной задачи. Затем следует презентация с рассмотрением областей применимости данной цифровой технологии.

По индивидуальному заданию в графическом интерфейсе GUI в среде MATLAB создаётся генератор тестовых сигналов с автоматическим определением его функциональных характеристик и их точечных оценок.

Следующая часть курсовой работы содержит проектирование фильтров для выделения из зашумленного сигнала необходимой информации.

В заключении указывается те стороны курсовой работы, которые можно отнести к понятию новизны научной или технологической работы.

Работа заканчивается приложением в виде листинга программ и современного списка используемых источников

Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

Перечень тем лабораторных занятий

	тема
1	Статистическая обработка результатов эксперимента при прямых измерениях Построение гистограмм и определение её точечных оценок.
2	Статистическая обработка результатов эксперимента при косвенных измерениях
3	Парный корреляционный анализ
4	Метод наименьших квадратов при обработке результатов совокупных и совместных измерений.
5	Статистическая обработка временных рядов. Модели трендов.
6	Оформление протоколов исследований
7	Визуализация данных
8	Оформление протоколов исследований

Перечень вопросов к лабораторным занятиям:

1 Измерения. Виды измерений. Погрешности измерений. Статистическая обработка совокупности случайных величин.

1. Что называется метрологией? Как используется эта наука в технике?
2. Что называется измерением? Дайте свое определение процесса измерения.
3. Какие измерения называются прямыми, косвенными, совокупными и совместными? Приведите примеры таких измерений.
4. Что называется абсолютной и относительной погрешностью? Какие достоинства и недостатки такого способа выражения ошибок? Что называется грубой погрешностью?
5. Что называется относительной частотой, вероятностью события и плотностью вероятности?
6. Дайте рекомендации при построении гистограмм.
7. Что характеризует в гистограмме среднее, дисперсия и среднее квадратическое отклонение, асимметрия, эксцесс?
8. Почему всегда $S_{<x>} \leq S_x$?
9. Как определить, отвечает ли нормальному распределению выборка экспериментальных данных или не отвечает?

2 ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ.

1. Какие измерения называются прямыми? Приведите примеры прямых измерений.
2. Что называется доверительной границей систематической составляющей абсолютной погрешности Q ? Как она определяется?
3. Дайте определение доверительного интервала случайной составляющей абсолютной погрешности. Что называют доверительной вероятностью?
4. Как связаны Q и доверительная граница общей погрешности результата Δx ?
5. Ваши рекомендации по повышению точности измерения в случае, когда: 1) $Q \gg S_{<x>}$; 2) $Q \ll S_{<x>}$.
6. Из каких соображений находится максимально целесообразное число измерений? Всегда ли целесообразно повышать число прямых измерений?
7. Одинаково ли обрабатываются результаты эксперимента при эмпирическом распределении, когда гипотеза о нормальности этого распределения либо подтверждается, либо отвергается?
8. Как правильно подобрать измеряющий прибор? В каком соотношении должны находиться погрешность Q , обусловленная измерительным устройством, и среднее квадратическое отклонение результатов опыта $S_{<x>}$?

3 КОСВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ.

1. Какие измерения называются косвенными? Приведите примеры косвенных измерений.
2. В каком случае можно рассчитать среднее квадратическое отклонение косвенных измерений?
3. Как можно графическим способом оценить наличие корреляционной связи между двумя массивами случайных величин?
4. Почему линии прямой и обратной регрессии чаще всего не совпадают?
5. Какая частная погрешность в Вашей работе является наибольшей? Какие рекомендации Вы сделаете для уменьшения этой частной погрешности?

4 СОВОКУПНЫЕ И СОВМЕСТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ.

1. Какие измерения называются совокупными и совместными? Приведите примеры таких измерений.
2. Как можно оценить графическим способом наиболее вероятные значения неизвестных величин при совокупных и совместных измерениях?
3. Как по графику, подобному изображенному на рис.4.4, можно оценить погрешность определения наиболее вероятных значений неизвестных величин при совокупных и совместных измерениях?
4. Ваши рекомендации по повышению точности измерения на данной лабораторной установке?

5. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ

1. Какие временные ряды называют стационарными? Приведите примеры таких рядов.
2. Какое свойство временного ряда характеризует функция распределения плотности вероятности ординат сигнала ADF? Какие детали и тонкости следует учитывать при построении гистограмм?
3. Как оценивается точность определения столбцов гистограммы?
4. Рассчитайте результат свёртки двух сигналов $X=[1 \ -2 \ 3]$ и $Y=[1 \ 3 \ 1 \ -2]$. Изобразите результат свёртки графически.
5. Какое свойство временного ряда характеризует автокорреляционная функция сигнала ACF? Какие тонкости следует учитывать при построении автокорреляционных функций?
6. Как оценивается точность определения ACF?
7. Какое свойство временного ряда характеризует функция спектральной мощности PSD? Какие тонкости следует учитывать при построении графиков функций спектральной мощности?
8. Как оценивается точность определения PSD?
9. Какие оценки называют точечными? Что характеризуют точечные оценки ADF: 1) среднее значение $\langle y \rangle$; 2) среднее квадратическое значение выборки S_y ?
10. Что характеризует точечная оценка ACF – корреляционная длина τ ? Изобразите сигнал с одинаковыми значениями $\langle y \rangle$ и S_y , но с разными значениями τ .
11. Что характеризует точечная оценка PSD – эффективная ширина спектра $\Delta\omega_{эфф}$? Изобразите сигнал с одинаковыми значениями $\langle y \rangle$ и S_y , но с разными значениями $\Delta\omega_{эфф}$.

Курсовая работа.

Структура курсовой работы близка к формату научного исследования.

Аналогичные задачи со своей спецификой решаются при разработке фильтров для изображений. Здесь решаются задачи распознавания изображений и их специфических свойств.

Перечень тем к курсовой работе

- Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел механика) и оценка степени их достоверности
- Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел молекулярная физика) и оценка степени их достоверности
- Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел электромагнетизм) и оценка степени их достоверности
- Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел лазерная оптика) и оценка степени их достоверности
- Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел квантовая механика) и оценка степени их достоверности
- Оценка базовой линии тренда в физическом практикуме.

Перечень тем для самостоятельной работы студентов

1. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *functions gscatter* и *gplotmatrix* для представления статистических закономерностей.
2. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *normplot, qqplot, cdfplot, probplot* для проверки нормальности распределения.
3. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *pdf — Probability density functions* вид *Continuous Distributions (Data)*. Области применения данных *pdf*.
4. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *pdf — Probability density functions* вид *Continuous Distributions (Statistics)*. Области применения данных *pdf*.
5. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *pdf — Probability density functions* вид *Multivariate Distributions*. Области применения данных *pdf*.
6. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Distribution Function, Probability Density Functions - Distribution Fitting Functions*.
7. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Pearson and Johnson Systems*.
8. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Multivariate Modeling*.
9. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Hypothesis Test* (Hypothesis Test Terminology)
10. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Hypothesis Test (Assumptions, Example: Hypothesis Testing, Available Hypothesis Tests*-Таблица полностью, но, пример, только хи-квадрат)
11. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *ANOVA - Analysis of Covariance (Introduction, Analysis of Covariance Tool, Confidence Bounds, Multiple Comparisons)*, MANOVA
12. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Linear Regression (Linear Regression Models, Multiple Linear Regression, Robust Regression)*
13. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Cluster Analysis (Hierarchical Clustering, Gaussian Mixture Model)*
14. Использование функций MATLAB Signal Processing Toolbox (*Basic Signal Processing Concepts*)
15. Использование функций MATLAB Signal Processing Toolbox (*Design a Filter with fdesign and filterbuilder*)
16. Использование функций MATLAB Signal Processing Toolbox (Welch's method, Yule-Walker AR method))

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-5 способностью обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> • Виды ошибок различных видов измерений • Виды точечных и интервальных оценок измеряемых величин при различных видах измерений. • Современные приёмы обработки сложных сигналов и изображений 	<p>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету с оценкой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется измерением? Дайте свое определение процесса измерения. 2. Какие измерения называются прямыми, косвенными, совокупными и совместными. Приведите примеры таких измерений. 3. Что называется относительной частотой, вероятностью события и плотностью вероятности? 4. Дайте рекомендации при построении гистограмм. 5. Что характеризует в гистограмме среднее, дисперсия и среднее квадратическое отклонение, асимметрия, эксцесс? 6. Как определить, отвечает ли нормальному распределению выборка экспериментальных данных или не отвечает? 7. Что называется доверительной границей систематической составляющей абсолютной погрешности Q? Как она определяется? 8. Дайте определение доверительного интервала случайной составляющей абсолютной погрешности. Что называют доверительной вероятностью? 9. Одинаково ли обрабатываются результаты эксперимента при эмпирическом распределении, когда гипотеза о нормальности этого распределения либо подтверждается, либо отвергается? 10. В каком случае можно рассчитать среднее квадратическое отклонение косвенных измерений? 11. Как можно графическим способом оценить наличие корреляционной связи между двумя массивами случайных величин? 12. Почему линии прямой и обратной регрессии чаще всего не совпадают? 13. Как можно оценить графическим способом наиболее вероятные значения неизвестных величин при совокупных и совместных из-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>мерениях?</p> <p>14. Какие временные ряды называют стационарными? Приведите примеры таких рядов.</p> <p>15. Какое свойство временного ряда характеризует функция распределения плотности вероятности ординат сигнала ADF? Какие детали и тонкости следует учитывать при построении гистограмм?</p> <p>16. Как оценивается точность определения столбцов гистограммы?</p> <p>17. Какое свойство временного ряда характеризует автокорреляционная функция сигнала ACF? Какие тонкости следует учитывать при построении автокорреляционных функций?</p> <p>18. Как оценивается точность определения ACF?</p> <p>19. Какое свойство временного ряда характеризует функция спектральной мощности PSD?</p> <p>20. Какие тонкости следует учитывать при построении графиков функций спектральной мощности?</p> <p>21. Как оценивается точность определения PSD?</p> <p>22. Какие оценки называют точечными? Что характеризуют точечные оценки ADF: 1) среднее значение $\langle y \rangle$; 2) среднее квадратическое значение выборки S_y?</p> <p>23. Что характеризует точечная оценка ACF – корреляционная длина τ? Изобразите сигнал с одинаковыми значениями $\langle y \rangle$ и S_y, но с разными значениями τ.</p> <p>24. Что характеризует точечная оценка PSD – эффективная ширина спектра $\Delta\omega_{\text{эфф}}$? Изобразите сигнал с одинаковыми значениями $\langle y \rangle$ и S_y, но с разными значениями $\Delta\omega_{\text{эфф}}$.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> • Определять ошибки при различных видах измерений и оценивать точность их определения • Создавать элементарные программы по обработке результатов 	<p>Примерный вариант практической части зачета с оценкой</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построить гистограмму по заданному массиву данных и определить её точечные оценки в среде EXEL. 2. Построить гистограмму по заданному массиву данных и определить её точечные оценки в среде MATLAB.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>эксперимента с использованием среды EXCEL</p> <ul style="list-style-type: none"> Сформулировать требования по увеличению точности и по определению оптимального числа измерений числу измерений при обработке результатов эксперимента 	<p>3. Построить линию регрессии по заданному массиву данных и определить её характеристики в среде MATLAB.</p> <p>4. Построить график корреляционной функции по заданному вектору значений и определить её точечные характеристики в среде MATLAB.</p> <p>5. Построить график функции спектральной мощности</p> <p>6. Выполнить операцию свёртки для заданных двух векторов из набора: $y=[24499664]$ $x=[1\ 2\ 3\ 2\ 1]$; $y=[43660812]$ $x=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]$; $y=[43660812]$ $x=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]$; $y=[35264619]$ $x=[-1\ 0\ 2\ 0\ -1]$; $y=[71265602]$ $x=[1\ 2\ 3\ 2\ 1]$.</p> <p>по заданному вектору значений и определить её точечные характеристики в среде MATLAB.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> Навыками правильного оформления протоколов исследования. Навыками правильного графического оформления протоколов исследования в среде MATLAB. Навыками правильного графического оформления протоколов исследования в соответствии с современными стандартами. 	<p>Индивидуальное задание к курсовой работе.</p> <ul style="list-style-type: none"> Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел механика) и оценка степени их достоверности Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел молекулярная физика) и оценка степени их достоверности Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел электромагнетизм) и оценка степени их достоверности Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел лазерная оптика) и оценка степени их достоверности Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел квантовая механика) и оценка степени их достоверности Оценка базовой линии тренда в физическом практикуме.
ПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении		
Знать	MATLAB 14	Перечень тем и заданий для подготовки к зачету с оценкой:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	Signal Processing Toolbox; Statistics Toolbox; Control System Toolbox; Wavelet Toolbox	<p>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету с оценкой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется измерением? Дайте свое определение процесса измерения. 2. Какие измерения называются прямыми, косвенными, совокупными и совместными. Приведите примеры таких измерений. 3. Что называется относительной частотой, вероятностью события и плотностью вероятности? 4. Дайте рекомендации при построении гистограмм. 5. Что характеризует в гистограмме среднее, дисперсия и среднее квадратическое отклонение, асимметрия, эксцесс? 6. Как определить, отвечает ли нормальному распределению выборка экспериментальных данных или не отвечает? 7. Что называется доверительной границей систематической составляющей абсолютной погрешности Q? Как она определяется? 8. Дайте определение доверительного интервала случайной составляющей абсолютной погрешности. Что называют доверительной вероятностью? 9. Одинаково ли обрабатываются результаты эксперимента при эмпирическом распределении, когда гипотеза о нормальности этого распределения либо подтверждается, либо отвергается? 10. В каком случае можно рассчитать среднее квадратическое отклонение косвенных измерений? 11. Как можно графическим способом оценить наличие корреляционной связи между двумя массивами случайных величин? 12. Почему линии прямой и обратной регрессии чаще всего не совпадают? 13. Как можно оценить графическим способом наиболее вероятные значения неизвестных величин при совокупных и совместных измерениях? 14. Какие временные ряды называют стационарными? Приведите

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>примеры таких рядов.</p> <p>15. Какое свойство временного ряда характеризует функция распределения плотности вероятности ординат сигнала ADF? Какие детали и тонкости следует учитывать при построении гистограмм?</p> <p>16. Как оценивается точность определения столбцов гистограммы?</p> <p>17. Какое свойство временного ряда характеризует автокорреляционная функция сигнала ACF? Какие тонкости следует учитывать при построении автокорреляционных функций?</p> <p>18. Как оценивается точность определения ACF?</p> <p>19. Какое свойство временного ряда характеризует функция спектральной мощности PSD?</p> <p>20. Какие тонкости следует учитывать при построении графиков функций спектральной мощности?</p> <p>21. Как оценивается точность определения PSD?</p> <p>22. Какие оценки называют точечными? Что характеризуют точечные оценки ADF: 1)среднее значение $\langle y \rangle$; 2)среднее квадратическое значение выборки S_y?</p> <p>23. Что характеризует точечная оценка ACF –корреляционная длина τ? Изобразите сигнал с одинаковыми значениями $\langle y \rangle$ и S_y, но с разными значениями τ.</p> <p>24. Что характеризует точечная оценка PSD – эффективная ширина спектра $\Delta\omega_{эфф}$? Изобразите сигнал с одинаковыми значениями $\langle y \rangle$ и S_y, но с разными значениями $\Delta\omega_{эфф}$.</p>
Уметь	<p>Разрабатывать простейшие программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей в сигнале</p> <p>Разрабатывать программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей с помощью</p>	<p>Примерный вариант практической части зачета с оценкой</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построить гистограмму по заданному массиву данных и определить её точечные оценки в среде EXEL. 2. Построить гистограмму по заданному массиву данных и определить её точечные оценки в среде MATLAB. 3. Построить линию регрессии по заданному массиву данных и определить её характеристики в среде MATLAB.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	вейвлет технологий	<p>4. Построить график корреляционной функции по заданному вектору значений и определить её точечные характеристики в среде MATLAB.</p> <p>5. Построить график функции спектральной мощности</p> <p>6. Выполнить операцию свёртки для заданных двух векторов из набора: $y=[24499664]$ $x=[1\ 2\ 3\ 2\ 1]$; $y=[43660812]$ $x=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]$; $y=[43660812]$ $x=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]$; $y=[35264619]$ $x=[-1\ 0\ 2\ 0\ -1]$; $y=[71265602]$ $x=[1\ 2\ 3\ 2\ 1]$.</p> <p>по заданному вектору значений и определить её точечные характеристики в среде MATLAB.</p>
Владеть	Практическими навыками создания программного продукта по обнаружению и фильтрации 2D, 3D, 4D сигналов в неразрушающем контроле	<p>Индивидуальное задание к курсовой работе.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел механика) и оценка степени их достоверности • Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел молекулярная физика) и оценка степени их достоверности • Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел электромагнетизм) и оценка степени их достоверности • Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел лазерная оптика) и оценка степени их достоверности • Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел квантовая механика) и оценка степени их достоверности • Оценка базовой линии тренда в физическом практикуме

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает один теоретический вопрос и одно практическое задание

Курсовая работа выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. цифровую обработку сигналов представляет как структурированную систему знаний, способен разрабатывать программные продукты по фильтрации и сжатию информационных потоков, имеет практические навыки подключения современной аппаратуры к компьютерным системам.

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. способен проектировать различные цифровые фильтры по регламентированным характеристикам, обладает практическими навыками создания программных продуктов по определению различных характеристик сигналов до и после фильтрации

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. знает роль и задачи цифровой обработки сигналов, умеет определять функциональные характеристики сигналов и оценивать точность их определения, обладает компьютерными навыками разработки программ по спектральному анализу и проектированию фильтров

– на оценку **«не зачтено»** – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Критерии оценки курсовой работы:

– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е., то есть способен сразу по заданию преподавателя изменить программный продукт; созданная им программа хорошо структурирована и обладает достаточно высоким быстродействием

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. с помощью help системы MATLAB может самостоятельно изменить алгоритм программы по заданию преподавателя, он понимает процессы преобразования сигналов в разрабатываемой им системе.

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. разрабатывать простейшие программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей в сигнале.

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, обучающийся не может дать объяснений по им созданным программным продуктом.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

1. Логунова, О. С. Обработка экспериментальных данных на ЭВМ : учебник / О.С. Логунова, П.Ю. Романов, Е.А. Ильина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 377 с. — (Высшее образование: Аспирантура). — DOI 10.12737/1064882. - ISBN 978-5-16-015870-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=368725> (дата обращения: 17.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Щетинин, Ю. И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB/ЩетининЮ.И. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 115 с.: ISBN 978-5-7782-1807-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=192534> (дата обращения: 17.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

Плохотников, К. Э. Базовые разделы математики для бакалавров в среде MATLAB [Электронный ресурс] / К. Э. Плохотников. - Москва : Инфра-М; Вузовский Учебник; Znanium.com, 2014. - 571 с. - ISBN 978-5-16-102366-2 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=91161> (дата обращения: 17.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Белов, В. К. Компьютерные занятия по физике : учебное пособие / В. К. Белов ; МГТУ Кошкидько, В. Г. Основы программирования в системе MATLAB: Учебное пособие / Кошкидько В.Г., Панычев А.И. - Таганрог:Южный федеральный университет, 2016. - 84 с.: ISBN 978-5-9275-2048-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=327694> (дата обращения: 17.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathWorks Math-Lab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации с выходом в Интернет

Учебные аудитории. Классы Учебно-Вычислительный Центр МГТУ: Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, Excel, пакетом MATLAB 14 , с выходом в Интернет.

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации включают: Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, Excel, пакетом MATLAB 14, с выходом в Интернет

Аудитории для самостоятельной работы с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета: Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, Excel, с выходом в Интернет

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.