



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

19.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ НА ЭВМ**

Направление подготовки (специальность)  
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль/специализация) программы  
Интеллектуальные системы неразрушающего контроля

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	3

Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики  
02.02.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой  Д.М. Долгушин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
19.02.2024 г. протокол № 5

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М. Долгушин

Рецензент:

зав. кафедрой ПМий, д-р техн. наук  Ю.А. Извеков

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.М. Долгушин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.М. Долгушин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.М. Долгушин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.М. Долгушин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.М. Долгушин

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

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

Задачей данного курса является приобретение умения обработки экспериментальных данных с помощью современных программных оболочек: EXEL, 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 (прямые, косвенные, совокупные и совместные), а также временных рядов; 2) правильного оформления результатов эксперимента в соответствии с требованием современных стандартов.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Обработка экспериментальных данных на ЭВМ входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Математика

Моделирование в среде MatLab

Информатика и основы программирования

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Программирование микроконтроллеров

Производственная – эксплуатационная практика

Цифровые измерительные устройства

Проектная деятельность

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Цифровая обработка и фильтрация сигналов

Основы автоматизации измерений и контроля в промышленности

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	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-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-4.1	Осуществляет поиск, анализ и синтез информации с использованием информационных технологий
ОПК-4.2	Применяет технологии обработки данных, выбора данных по критериям; строит типичные модели решения предметных задач по изученным образцам
ОПК-4.3	Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности
ПК-10 Способен с использованием языков программирования написать код программы, моделирующей физические процессы, осуществляющей получение и обработку экспериментальных данных, в том числе с применением нейросетевых технологий	
ПК-10.1	Применяет выбранные языки программирования для написания программного кода в соответствии с поставленной задачей
ПК-10.2	Осуществляет анализ и оптимизацию написанного программного кода

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетных единиц 36 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 2,1 академических часов;
- аудиторная – 2 академических часов;
- внеаудиторная – 0,1 академических часов;
- самостоятельная работа – 30 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 академических часов

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. ВВЕДЕНИЕ								
1.1 Измерения. Виды измерения. Погрешности измерения	3		0,17		2,5	Выполнение лабораторной работы по отысканию эффективного режима измерений	Проверка результатов и вычислений лабораторной работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.2 Статистическая обработка совокупности случайных величин			0,17		2,5	Выполнение лабораторной работы по отысканию эффективного режима измерений	Проверка результатов и вычислений лабораторной работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу			0,34		5			
2. ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ								
2.1 Алгоритм метрологической обработки экспериментальных данных прямых измерений	3		0,17		2,5	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПК-10.1, ПК-10.2
2.2 Статистическая обработка результатов эксперимента если: 1) распределение плотности вероятности не является нормальным; 2) распределение плотности вероятности является нормальным.			0,17		2,5	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПК-10.1, ПК-10.2

2.3	Оптимизация измерений. Определение максимального числа измерений. Отсев грубых погрешностей при прямых измерениях.			0,17		2,5	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПК-10.1, ПК-10.2
Итого по разделу				0,51		7,5			
3. КОСВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ									
3.1	Статистическая обработка результатов эксперимента при косвенных измерениях	3		0,17		2,5	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПК-10.1, ПК-10.2
3.2	Элементы парного корреляционного и регрессионного анализа. Корреляционный анализ при косвенных измерениях. Критерий ничтожных погрешностей при косвенных измерениях			0,17		2,5	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПК-10.1, ПК-10.2
Итого по разделу				0,34		5			
4. СОВОКУПНЫЕ И СОВМЕСТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ									
4.1	Метод наименьших квадратов при обработке результатов совокупных и совместных измерений	3		0,17		2,5	Выполнение лабораторной работы по совокупным и совместным измерениям	Проверка результатов и вычислений лабораторной работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
4.2	Алгоритм метрологической обработки экспериментальных данных совокупных и совместных измерений			0,16		2,5	Выполнение лабораторной работы по совокупным и совместным измерениям	Проверка результатов и вычислений лабораторной работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу				0,33		5			
5. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ									
5.1	Корреляционные и спектральные функции временных рядов	3		0,16		2,5	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПК-10.1, ПК-10.2
5.2	Точечные оценки корреляционных и спектральных функций			0,16		2,5	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПК-10.1, ПК-10.2

5.3	Алгоритм метрологической обработки временных рядов в эксперименте		0,16		2,5	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПК-10.1, ПК-10.2
Итого по разделу			0,48		7,5			
Итого за семестр			2		30		зачёт	
Итого по дисциплине			2		30		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

При реализации различных видов учебной работы наиболее эффективные результаты освоения дисциплины «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ» дают традиционные образовательные технологии, технологии проблемного обучения, интерактивные технологии, информационно-коммуникационные образовательные технологии.

1. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее за-планированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

4. Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов). Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. В. Безруков, А. С. Стукалова, Н. В. Сотникова, А. А. Сорокин. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 156 с. — ISBN 978-5-906920-80-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121875> (дата обращения: 10.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей

### **б) Дополнительная литература:**

1. Третьяк Л.Н., Воробьев А.Л. ОСНОВЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ (УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 10-2. – С. 163-164; URL: <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=8576> (дата обращения: 28.10.2020).

2. Новикова, Е.Н. Компьютерная обработка результатов измерений : учебное пособие : [16+] / Е.Н. Новикова, О.Л. Серветник ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. – 182 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483751> (дата обращения: 28.10.2020)

#### в) Методические указания:

1 Белов В.К. Метрологическая обработка результатов физического эксперимента: Уч.пособие.-4-е изд., перераб. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск гос.техн.ун-та им.Г.И.Носова, 2011. – 140 с.

2. Логунова О. С. Теория и практика обработки экспериментальных данных на ЭВМ : учебное пособие / О. С. Логунова, Е. А. Ильина, В. В. Павлов ; МГТУ, каф. ВТиПМ. - Магнитогорск, 2011. - 294 с. : ил., табл. - URL:

<https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2223>. - Текст : непосредственный.

3. Белов В. К. Компьютерные занятия по физике : учебное пособие / В. К. Белов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1651>. - Текст : электронный.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>

Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
--	---

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория включает:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Лаборатория «Механики, молекулярной физики и термодинамики» включает:

1. Баллистические маятники.
2. Маятник Обербека.
3. Физический маятник.
4. Доска Гальтона.
5. Лабораторная установка для исследования распределения термоэлектронов по модулю их скорости.
6. Лабораторная установка для определения показателей адиабаты  $\gamma$  методом Клемана и Дезорма.
7. Лабораторная установка для проверки закона возрастания энтропии в процессе диффузии газов на модели перемешивания шаров.
8. Лабораторная установка для проверки законов возрастания энтропии в процессе теплообмена.
9. Установка лабораторная для изучения зависимости скорости звука от температуры "МФ-СЗ-М"
10. Установка лабораторная для исследования теплоемкости твердого тела "МФ-ТЕТ-М".
11. Установка лабораторная для определения универсальной газовой постоянной "МФ-ОГП-М".
12. Стенд лабораторный газовые процессы.
13. Мерительный инструмент.

Лаборатория «Электричества и оптики» включает:

1. Лабораторная установка для исследования электростатического поля с помощью одинарного зонда.
2. Установка для шунтирования миллиамперметра.
3. Установка лабораторная для определения индуктивности соленоида и магнитной проницаемости.
4. Установка лабораторная для изучения резонанса напряжений и определения индуктивности
5. Лабораторная установка для изучения длины световой волны и характеристик дифракционной решетки.
6. Лабораторная установка для определения радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона.
7. Лабораторная установка для определения концентрации растворов сахара и постоянной вращения.
8. Мерительный инструмент.

Лаборатория «Атома, твердого тела, ядра» включает:

1. Лабораторная установка для изучения внешнего фотоэффекта.
2. Установка для изучения спектра атома водорода и определения постоянной Ридберга.
3. Установка лабораторная для определения потенциала возбуждения газа.
4. Установка для определения длины пробега частиц в воздухе.
5. Мерительный инструмент.

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации включают: интерактивная доска, проектор;

Мультимедийный проектор, экран.

Аудитории для самостоятельной работы с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

компьютерные классы; читальные залы библиотеки Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета включают: персональные компьютеры с пакетом MS Office.

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

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

### 6.1. Перечень контрольных вопросов по темам лекционного курса:

1. Определение сигнала. Определение цифрового сигнала. Области применения цифровой обработки сигналов-DSP. Достоинства и недостатки DSP.
2. Классификация сигналов. Математические модели сигналов (детерминированный, случайный, фрактальный). Примеры детерминированных сигналов (периодические, гармонические, полигармонические сигналы, сигналы при амплитудной, частотной и фазовой модуляции, сигналы при амплитудной, частотной манипуляцией, импульсные сигналы).
3. Классификация сигналов. Математические модели сигналов (детерминированный, случайный, фрактальный). Примеры случайных сигналов с разными функциями распределения высот неровностей, с разными корреляционными функциями. Примеры фрактальных сигналов с разной фрактальной размерностью.
4. Гистограмма относительных частот-ADF и её точечные характеристики: 1) среднее арифметическое значение; 2) среднее квадратическое отклонение выборки; 3) коэффициент асимметрии; 4) коэффициент эксцесса.). Оценка погрешности определения ADF (систематическая и случайная ошибка).
5. Автокорреляционные функции ACFи её точечная характеристика (корреляционный интервал). Свойства ACF: Операция определения ACF корреляционной функции, как - операция свёртки. Стационарные и эргодические случайные процессы. Какие процессы или сигналы наиболее эффективно описывает ACF? Сегментация сигнала и погрешности определения ACF.
6. Спектральный анализ сигналов. Функция спектральной плотности мощности PSD. Погрешность при определении PSD. Компромисс между погрешностью спектральной оценки и разрешением спектральных линий. Определение спектра мощности PSD по дискретному преобразованию Фурье (Периодограммы). Непараметрические методы спектрального анализа. (Модифицированные периодограммы, Периодограммы Welch. Периодограммы Tomson.). Главный вопрос при построении периодограмм: "Какой длины должны быть сегменты?"

### 6.2. Перечень тем для курсовой работы:

*1) "Генерирование заданного тестового сигнала в среде GUI и определение его точечных и функциональных характеристик"*

Каждому студенту выдаётся индивидуально задание по первой части курсовой работы, определяющее форму и характеристики детерминированных составляющих сигнала (импульсного сигнала и двух гармоник) и случайной составляющей (шума) от заданного генератора.

## **2) "Фильтрация и обработка сигналов и изображений"**

Каждому студенту выдаётся индивидуально задание по второй части курсовой работы

- а) тестовый сигнал первой части курсовой работы для проектирования фильтров
- б) свой портрет со сложным фоном для обработки изображения;
- в) более 7 изображений предметов различной формы для определения число объектов, гистограммы распределения площадей объектов, гистограммы средней площади объектов, отношение суммарной площади объектов к площади кадра.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

## а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения</b>		
ОПК-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании	<p><b>Перечень вопросов</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение сигнала. Определение цифрового сигнала. Области применения цифровой обработки сигналов-DSP. Достоинства и недостатки DSP.</li> <li>2. Классификация сигналов. Математические модели сигналов (детерминированный, случайный, фрактальный). Примеры детерминированных сигналов (периодические, гармонические, полигармонические сигналы, сигналы при амплитудной, частотной и фазовой модуляции, сигналы при амплитудной, частотной манипуляцией, импульсные сигналы).</li> <li>3. 3. Классификация сигналов. Математические модели сигналов (детерминированный, случайный, фрактальный). Примеры случайных сигналов с разными функциями распределения высот неровностей, с разными корреляционными функциями. Примеры фрактальных сигналов с разной фрактальной размерностью.</li> <li>4. Гистограмма относительных частот-ADF и её точечные характеристики среднее арифметическое значение; 2)среднее квадратическое отклонение выборки; 3) коэффициент асимметрии; 4) коэффициент эксцесса.). Оценка погрешности определения ADF (систематическая и случайная ошибка).</li> <li>5. 5.Автокорреляционные функции ACF и её точечная характеристика (корреляционный интервал). Свойства ACF: Операция определения ACF корреляционной функции, как - операция свёртки. Стационарные и эргодические случайные процессы. Какие процессы или сигналы наиболее эффективно описывает ACF? Сегментация сигнала и погрешности определения ACF.</li> <li>6. Интегральные преобразования. Ортогональность функций. Об ортогональности тригонометрических функций. Об ортогональности экспоненциальных функций. Ряд Фурье. О частотах и числе слагаемых в ряду Фурье.</li> <li>7. Преобразование Фурье. Оригинал и образ в преобразовании Фурье. Теорема Планшереля. Свойства преобразования Фурье (Линейность, сдвиг, изменения масштаба времени,</li> </ol>
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике	
ОПК-1.3	Применяет общинженерные знания, в инженерной деятельности	

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>дифференцирование функции, интегрирование функции, спектр свертки двух функций. Теорема о свертке). Связь преобразования Фурье с рядами Фурье</p> <p>8. Дискретное преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Области применения преобразования Фурье.</p> <p>9. Спектральный анализ сигналов. Функция спектральной плотности мощности PSD. Погрешность при определении PSD. Компромисс между погрешностью спектральной оценки и разрешением спектральных линий. Определение спектра мощности PSD по дискретному преобразованию Фурье (Периодограммы). Непараметрические методы спектрального анализа. (Модифицированные периодограммы, Периодограммы Welch. Периодограммы Tomson.). Главный вопрос при построении периодограмм: "Какой длины должны быть сегменты?"</p> <p>10. Определение линейных систем и их свойств (гомогенность аддитивность инвариантность, статическая линейность, неизменность гармонической природы сигнала). Свойства нескольких линейных систем (перестановки, блоки суммирования). Фундаментальная концепция DSP (разложение - синтез). Примеры линейных и нелинейных систем.</p> <p>11. Цифровые фильтры в неразрушающем контроле.</p> <p>12. Достоинства цифровой фильтрации. Импульсная характеристика и комплексная передаточная функция. Классификация фильтров (линейные КИХ и БИХ фильтры, 2D и 3D фильтры, нелинейные фильтры). Задание характеристик идеальных фильтров. Частоты среза. Задание характеристик реальных фильтров. Полоса перехода. Уровень пульсаций в полосе пропускания и в полосе ослабления. Достоинства и недостатки КИХ и БИХ фильтров.</p> <p>13. Вейвлетные характеристики сигнала. Вейвлетная структура сигнала. Определение вейвлет-спектрограмм и их интерпретация. Вейвлет - обработка изображений. Об эффективности оценки детерминированных и случайных сигналов с помощью вейвлетных характеристик.</p> <p>14. Фрактальные характеристики сигнала. Фрактальная структура сигнала. Сечения Пуанкаре. Определение 2D и 3D фрактальной размерности во временном и частотном представлении. Об эффективности оценки детерминированных и случайных сигналов с помощью фрактальных характеристик.</p> <p>15. Типы растровых изображений. Уровни интенсивности пикселей (глубина цвета). Цветовое пространство - CIE XYZ — 3 -компонентная цветовая модель RGB. Разрешение изображения. Миры. Основные качественные характеристики фото и киноаппаратуры</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																				
		16. Фильтрация как свёртка матриц изображения и маски фильтра. Медианная фильтрация. Ранговая фильтрация. Адаптивная фильтрация Винера																				
<b>ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</b>																						
ОПК-4.1	Осуществляет поиск, анализ и синтез информации с использованием информационных технологий	<p>1. Для заданной выборки в MATLAB построить гистограмму относительных частот ADF и определить и её точечные характеристики. Оценить погрешность определения высоты столбцов ADF.</p> <table border="1" data-bbox="619 689 1516 766"> <tr> <td>0.84</td><td>2.90</td><td>0.02</td><td>-0.29</td><td>1.37</td><td>0.18</td><td>-1.06</td><td>-1.07</td><td>-0.89</td><td>0.82</td> </tr> <tr> <td>0.26</td><td>0.85</td><td>1.75</td><td>0.46</td><td>1.03</td><td>0.10</td><td>1.60</td><td>0.93</td><td>1.38</td><td>1.12</td> </tr> </table> <p>Привести распечатку листинга программы, график гистограммы и результаты вычислений.</p>	0.84	2.90	0.02	-0.29	1.37	0.18	-1.06	-1.07	-0.89	0.82	0.26	0.85	1.75	0.46	1.03	0.10	1.60	0.93	1.38	1.12
0.84	2.90	0.02	-0.29	1.37	0.18	-1.06	-1.07	-0.89	0.82													
0.26	0.85	1.75	0.46	1.03	0.10	1.60	0.93	1.38	1.12													
ОПК-4.2:	Применяет технологии обработки данных, выбора данных по критериям; строит типичные модели решения предметных задач по изученным образцам	<p>2. Для заданной выборки в MATLAB построить гистограмму относительных частот ADF и определить и её точечные характеристики. Оценить погрешность определения высоты столбцов ADF.</p> <table border="1" data-bbox="619 987 1516 1064"> <tr> <td>0.55</td><td>-1.06</td><td>0.29</td><td>2.53</td><td>0.33</td><td>0.31</td><td>-0.23</td><td>1.03</td><td>0.30</td><td>0.47</td> </tr> <tr> <td>0.83</td><td>1.65</td><td>0.55</td><td>1.13</td><td>1.50</td><td>0.18</td><td>0.60</td><td>-0.27</td><td>-0.98</td><td>0.31</td> </tr> </table> <p>Привести распечатку листинга программы, график гистограммы и результаты вычислений.</p>	0.55	-1.06	0.29	2.53	0.33	0.31	-0.23	1.03	0.30	0.47	0.83	1.65	0.55	1.13	1.50	0.18	0.60	-0.27	-0.98	0.31
0.55	-1.06	0.29	2.53	0.33	0.31	-0.23	1.03	0.30	0.47													
0.83	1.65	0.55	1.13	1.50	0.18	0.60	-0.27	-0.98	0.31													
ОПК-4.3:	Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	<p>3. Пусть <math>z1=randn(1,100)</math>, <math>z2=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]</math>, <math>z=conv(z1,z2)./sum(z2)</math>. Сделав сегментацию сигнала <math>z</math> в MATLAB построить автокорреляционную функцию ACF сигнала <math>z</math> и определить корреляционный интервал. Оценить погрешность определения ACF. Привести распечатку листинга программы, график ACF и результаты вычислений</p> <p>4. Пусть <math>z1=randn(1,100)</math>, <math>z2=[1\ 1\ 5\ 1\ 1]</math>, <math>z=conv(z1,z2)./sum(z2)</math>. Сделав сегментацию сигнала <math>z</math> в MATLAB построить автокорреляционную функцию ACF сигнала <math>z</math> и определить корреляционный интервал. Оценить погрешность определения ACF. Привести распечатку листинга программы, график ACF и результаты вычислений.</p> <p>5. Пусть <math>z1(k)=randn(1,k)+0.5*cos(pi*k/10)</math>. Определить спектр мощности PSD по дискретному преобразованию Фурье (Периодограммы), по непараметрическим методам спектрального анализа. (Модифицированные периодограммы, Периодограммы Welch. Периодограммы Tomson.).Привести распечатку листинга программы, график сигнала и графики 4 видов спектра.</p> <p>6. Пусть <math>z1(k)=rand(1,k)+0.8*cos(pi*k/10)</math>. Определить спектр мощности PSD по дискретному преобразованию Фурье (Периодограммы), по непараметрическим методам спектрального анализа. (Модифицированные периодограммы, Периодограммы Welch. Периодограммы Tomson.). Привести распечатку листинга программы, график сигнала и графики 4 видов спектра.</p>																				

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>7. Спроектировать КИХ фильтр с помощью окна в MATLAB. Требования к АЧХ (<math>f_d=8000</math>; % частота дискретизации в Герцах <math>f_p=1000</math>; % граничная частота полосы пропускания <math>f_s=1500</math>; % граничная частота полосы задержки <math>b_p=0.05</math>; % Допустимая неравномерность в полосе пропускания <math>R_p=1\pm b_p</math> <math>b_z=0.01</math>; % Минимально допустимое затухание в полосе задержки <math>R_s=b_z</math> Вид окна: окно Гаусса (<math>S_x=1</math>) -gausswin. Построить графики импульсной характеристики- IR, AFR, PFR амплитудно-частотной характеристики- AFR, фазо-частотной характеристики PFR. Привести распечатку листинга программы, графики IR, AFR, PFR.</p> <p>8. Спроектировать КИХ фильтр с помощью окна в MATLAB. Требования к АЧХ (<math>f_d=10000</math>; % частота дискретизации в Герцах <math>f_p=1500</math>; % граничная частота полосы пропускания <math>f_s=2500</math>; % граничная частота полосы задержки <math>b_p=0.05</math>; % Допустимая неравномерность в полосе пропускания <math>R_p=1\pm b_p</math> <math>b_z=0.01</math>; % Минимально допустимое затухание в полосе задержки <math>R_s=b_z</math> Вид окна: окно Ханна - gausswin hann. Построить графики импульсной характеристики- IR, AFR, PFR амплитудно-частотной характеристики- AFR , фазо-частотной характеристики PFR .Привести распечатку листинга программы, графики IR, AFR, PFR.</p> <p>9. Задача: выполнить операцию свёртки для заданных двух векторов из набора: <math>y=[24499664]</math> <math>x=[1\ 2\ 3\ 2\ 1]</math>; <math>y=[43660812]</math> <math>x=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]</math>; <math>y=[43660812]</math> <math>x=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]</math>; <math>y=[35264619]</math> <math>x=[-1\ 0\ 2\ 0\ -1]</math>; <math>y=[71265602]</math> <math>x=[1\ 2\ 3\ 2\ 1]</math>.</p> <p>10 1) Сфотографировать себя на белом фоне. Создать три фотографии с наложенным на исходное изображение: 1) белого гауссовского шума (<math>S_x=0.02</math>); 2)шума песок-сахар (<math>S_x=0.01</math>); 3) спекл шума (<math>S_x=0.08</math>). 2) Очистить зашумленные изображения с помощью медианная фильтрация, ранговой фильтрации, адаптивной фильтрации Винера. 3) лучшие результаты фильтрации для каждого зашумленного изображения представить в виде трёх пар двух изображений до и после фильтрации с указанием вида фильтрации, размера маски</p> <p>11 1) Сфотографировать себя на белом фоне. Создать три фотографии с наложенным на исходное изображение: 1)белого гауссовского шума (<math>S_x=0.01</math>); 2)шума песок-сахар (<math>S_x=0.01</math>); 3) спекл шума (<math>S_x=0.04</math>). 2) Очистить зашумленные изображения с помощью медианная фильтрация, ранговой фильтрации, адаптивной фильтрации Винера.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>3) лучшие результаты фильтрации для каждого зашумленного изображения представить в виде трёх пар двух изображений до и после фильтрации с указанием вида фильтрации, размера маски</p> <p>12 1) Сфотографировать на белом фоне более 7 предметов различной формы, изображения которых бы не перекрывалось.</p> <p>2) Осуществить анализ объектов в RGB изображении, определив число объектов, гистограммы распределения площадей объектов, среднюю площадь объектов, отношение суммарной площади объектов к площади кадра.</p> <p>Все этапы анализа привести в подокнах MATLAB.</p> <p>12 1) Сфотографировать на белом фоне более 7 предметов различной формы, изображения которых бы не перекрывалось.</p> <p>2) Осуществить анализ объектов в RGB изображении, определив число объектов, гистограммы распределения площадей объектов, среднюю площадь объектов, отношение суммарной площади объектов к площади кадра.</p> <p>Все этапы анализа привести в подокнах MATLAB</p> <p>две части курсовой работы:</p> <p>1) "Генерирование заданного тестового сигнала в среде GUI и определение его точечных и функциональных характеристик" (7 семестр)</p> <p>2) "Фильтрация и обработка сигналов и изображений"(8 семестр)</p>
<p><b>ПК-10: Способен с использованием языков программирования написать код программы, моделирующей физические процессы, осуществляющей получение и обработку экспериментальных данных, в том числе с применением нейросетевых технологий</b></p>		
ПК-10.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Применяет выбранные языки программирования для написания программного кода в соответствии с поставленной задачей</li> </ul>	<p>Написание отчёта и листинга программ и презентации к сдаче двух частей курсовой работы по цифровой обработке сигнала</p> <p>Оформление и графическое представление результатов в GUI курсового проекта</p> <p>Прохождение уроков компьютерного моделирования с зачётом по темам курса и выполнению заданий курсового проекта</p>
ПК-10.2	Осуществляет анализ и оптимизацию написанного программного кода	

## **7.2 Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине **"Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле"** включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачёта (7 семестры) и зачёта с оценкой (8 семестр).. Зачёт по данной дисциплине проводится в устной форме по темам курса и в виде презентации.

### ***Показатели и критерии оценивания зачёта:***

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

### ***Показатели и критерии оценивания зачёта с оценкой:***

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются

незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

#### ***Показатели и критерии оценивания 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.