

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра прикладной математики и теории систем управления



УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ  
ИНФОРМАЦИИ»**

Направление подготовки:	02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
Магистерская программа:	Фундаментальная информатика и информационные технологии
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная нужное подчеркнуть

Донецк 2020

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан факультета математики  
и информационных технологий

И. А. Моисеенко

«16» апреля 2020 г.

МП



Программа учебной дисциплины «Современные методы цифровой обработки информации» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «23» августа 2017 г. № 811; основной образовательной программы и учебного плана направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Доцент кафедры прикладной математики  
и теории систем управления

 Д.В. Шевцов

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления

Протокол № 12 от « 9 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

 Д.В. Шевцов

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий  
Протокол № 8 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета

 Л.И. Селякова

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

«Современные методы цифровой обработки информации» является дисциплиной базовой части подготовки студентов по направлению подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» образовательной программы «Академическая магистратура». Дисциплина реализуется на факультете математики и информационных технологий ДонНУ кафедрой прикладной математики и теории систем управления. Основывается на базе дисциплин: «Архитектура вычислительных систем», «Языки программирования», «Операционные системы», «Базы данных и информационные системы», «Интеллектуальные системы», «Информационно-коммуникационные технологии». Является основой для изучения дисциплин «Анализ информационных технологий», «Прикладные информационные технологии», «Математические модели информационных технологий», подготовки выпускной квалификационной работы – магистерской диссертации, а также для прохождения государственной итоговой аттестации.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии	
Магистерская программа	Фундаментальная информатика и информационные технологии	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	базовая часть	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	модульный контроль, экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	5	
Год подготовки	1	
Семестр	1	
Количество часов	180	
- лекционных	18	
- практических, семинарских		
- лабораторных	36	
- самостоятельной работы	126	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	10	
в т.ч. аудиторных	3	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Целью** преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основными методами и техническими приемами цифровой фильтрации, обработки и преобразований информационных данных в современных информационных системах регистрации, накопления, обработки и представления данных, изучение методов реализации в информационных системах и на современных персональных цифровых устройствах эффективных алгоритмов преобразования и анализа информационных данных, базовыми

знаниями в области современных методов обработки и анализа экспериментальных данных с использованием программного и аппаратного обеспечения, характеризующегося цифровым представлением и численными методами обработки данных.

Одна из основных целей состоит в обеспечении студентов практическими навыками в решении задач сбора, хранения и обработки информации в цифровом виде, что позволит выпускнику успешно решать широкий класс задач как в рамках выбранного направления, так и в смежных областях, используя общие принципы оперирования данными в рамках информационной инфраструктуры общества, обладать универсальными и предметно специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности, востребованности на рынке труда и успешной профессиональной карьере.

**Задачи** – изучить особенности цифровой обработки и хранения реальных сигналов, эффективные алгоритмы вычисления дискретного преобразования Фурье, свертки и цифрового спектрального анализа; овладеть базовыми знаниями разработки цифровых устройств и систем обработки сигналов на базе современной компьютерной техники и процессоров цифровой обработки сигналов; освоить основные методы статистической обработки данных; классические приложения преобразования информационных данных и др.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Современные методы цифровой обработки информации» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 02.04.02 – «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 02.04.02 – «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (магистерская программа: Фундаментальная информатика и информационные технологии):

**а) универсальных (УК):** способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1); способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2); способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки (УК-6);

**б) общепрофессиональных (ОПК):** способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий (ОПК-1); способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-2); способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования (ОПК-3); способен оптимальным образом комбинировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учётом требований информационной безопасности (ОПК-4); способен устанавливать и сопровождать программное обеспечение информационных систем, осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов (ОПК-5);

**в) профессиональных (ПК):** способен формализовать и алгоритмизировать поставленные задачи (ПК-3); способен написать программный код с использованием языков программирования, определять и манипулировать данными (ПК-4); способен определять входные-выходные данные каждого компонента и программного средства в целом (ПК-5); способен испытывать создаваемое программное средство и его компоненты (ПК-6); способен разрабатывать тестовые документы, включая план тестирования (ПК-7); способен осуществлять сбор данных для выявления требований к типовой ИС в соответствии с трудовым заданием (ПК-10); способен разрабатывать прототипы информационных систем в соответствии с трудовым заданием (ПК-11); способен кодировать на языках

программирования в соответствии с трудовым заданием (ПК-12); способен оформлять технические документы в соответствии с заданным стандартом (ПК-13); способен разрабатывать эксплуатационные документы, адресованные конечному пользователю компьютерной системы (ПК-14); способен формализовать и документировать требования к функциям системы (ПК-15); способен формализовать и документировать требования к системе и подсистеме (ПК-16).

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

***Знать:***

- о целях, задачах, принципах и основных направлениях цифровой обработки сигналов различной природы и изображений;
- о методологии создания систем цифровой обработки и хранения сигналов;
- закономерности процессов приема, передачи, обработки и хранения информации различной природы в сложных технических системах;
- математические основы аналого-цифровых преобразований непрерывных аналоговых сигналов;
- физические основы процессов аналого-цифрового преобразования, выполняемого в соответствующих устройствах;
- математические основания преобразований, выполняемых над сигналами, представленными в цифровой форме;
- основные методы анализа сигналов во временной, частотной, пространственной и пространственно-частотной областях;
- о перспективных направлениях развития средств и методов ЦОИ;
- роли и задачи методов и систем ЦОС в современных информационно-управляющих и информационно-вычислительных системах различного назначения;
- системы ЦОС как объекта информационного воздействия, критериев оценки ее эффективности и методов обеспечения ее эффективности;
- принципы построения и функционирования программно-алгоритмических и аппаратных средств вычислительной техники.

***Уметь:***

- формулировать в виде теорем и доказывать утверждения о потенциально достижимых оценках вычислительной эффективности тех или иных методов ЦОИ;
- формализовать требования и ограничения на разработку систем ЦОИ различного назначения с использованием различных методов и алгоритмов и соизмерять реальные характеристики с теоретическими результатами;
- пользоваться математическим аппаратом информатики для записи конкретных процедур обработки информации и выполнения их количественной и качественной оценки;
- применять для решения задач ЦОИ известные пакеты прикладного программного обеспечения.

***Владеть навыками:***

- анализа и объективной количественной оценки вычислительной эффективности тех или иных методов и алгоритмов ЦОИ;
- методами математического описания алгоритмов преобразования цифровых сигналов;
- формальной постановки и решения задачи построения систем ЦОИ различного назначения;
- программирования процедур обработки информации и грамотного использования возможностей вычислительной техники для решения конкретных задач обработки информации.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<i>Содержательный модуль 1</i>
Тема 1. Введение. Проблематика, определения.	Краткое содержание и задачи курса. Общие принципы получения информации в исследованиях. Преимущества цифровых методов обработки сигналов. Примеры практического применения.
Тема 2. Понятие цифровой обработки сигналов	Понятие цифровых сигналов. Применение цифровых методов обработки сигналов. Аппаратные и программные средства цифровой обработки сигналов.
Тема 3. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразования	Преобразование аналогового сигнала в цифровой. Дискретизация низкочастотных и полосовых сигналов. Однородное и неоднородное квантование. Наложение спектров. Преобразование цифрового сигнала в аналоговый
Тема 4. Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов	Содержание цифровой обработки сигналов. Основные направления, задачи и алгоритмы цифровой обработки сигналов.
Тема 5. Преобразование Фурье.	Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства дискретного преобразования Фурье. Периодическая и круговая свертка. Прямой метод вычисления ДПФ.
Тема 6. Быстрое преобразование Фурье	Быстрое преобразование Фурье (БПФ). БПФ с децимацией во временной области. БПФ с децимацией в частотной области. Косинус-преобразование.
Тема 7. z-преобразование	Свойства z-преобразования. Применение z-преобразования.
Тема 8. Вейвлет преобразование	Непрерывное вейвлет-преобразование. Разрешение по времени и частоте. Вейвлет-синтез. Дискретное вейвлет-преобразование. Применение вейвлет-анализа.
Тема 9. Корреляция и свертка	Взаимная корреляция и автокорреляция. Коэффициент корреляции, нормировка коэффициента корреляции. Функция корреляции. Быстрая корреляция. Свертка. Круговая и линейная свертка. Вычисление линейной (апериодической) свертки. Дискретная свертка и методы ее вычисления. Обращение свертки, идентификация системы. Быстрая свертка.
Тема 10. Оценка и анализ спектра.	Оценка спектра при помощи БПФ. Метод периодограмм, метод модифицированных периодограмм. Амплитудный и фазовый спектры, спектр плотности мощности. Оценка спектра методом корреляции. Цифровой спектральный анализ. Регрессионный анализ.
Тема 11. Периодограммная оценка спектра мощности.	Периодограммная оценка спектра мощности. Оконные функции и их свойства. Паразитная амплитудная модуляция спектра. Метод модифицированных периодограмм. Метод Блэкмана и Тьюки оценки спектральной плотности мощности.
Тема 12. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов.	Общая характеристика цифровых фильтров. Фильтры с конечной и бесконечной импульсными характеристиками (КИХ-фильтры и БИХ-фильтры). Нерекурсивные и

	рекурсивные цифровые фильтры. Импульсная реакция фильтров. Передаточные функции фильтров. Z-преобразование. Устойчивость фильтров. Частотные характеристики фильтров. Фазовая и групповая задержка сигналов. Структурные схемы цифровых фильтров
Тема 13. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов.	Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов (МНК). Фильтры МНК 1-го, 2-го и 4-го порядка. Расчет коэффициентов фильтров. Импульсные реакции и частотные характеристики фильтров. Модификации фильтров. Оптимизация сглаживания. Расчет простого цифрового фильтра по частотной характеристике.
Тема 14. Фильтрация случайных сигналов. Весовые функции.	Сохранение природы сигнала. Математическое ожидание. Корреляционные соотношения. Спектры мощности сигналов. Дисперсия выходного сигнала. Усиление шумов. Функция когерентности. Весовые функции. Явление Гиббса. Параметры эффекта. Последствия для практики. Нейтрализация явления Гиббса. Основные весовые функции
Тема 15. Специальные методы обработки сигналов	Адаптивная фильтрация цифровых данных. Деконволюция цифровых сигналов. Аппроксимация сигналов и функций. Регрессия. Медианная фильтрация сигналов.

### Тематический план

Содержательный модуль 1												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Введение. Проблематика, определения.	12	1		2	9							
Понятие цифровой обработки сигналов	12	1		2	9							
Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразования	12	1		2	9							
Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов	12	1		2	9							
Преобразование Фурье.	12	1		2	9							
Быстрое преобразование Фурье.	12	1		2	9							
z-преобразование	12	2		4	6							
Вейвлет преобразование	12	1		2	9							
Корреляция и свертка	12	1		2	9							

Оценка и анализ спектра.	12	1		2	9							
Периодограммная оценка спектра мощности.	12	1		2	9							
Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов.	12	2		4	6							
Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов.	12	2		4	6							
Фильтрация случайных сигналов. Весовые функции.	12	1		2	9							
Специальные методы обработки сигналов	12	1		2	9							
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	<b>180</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	<b>126</b>							
<b>Всего по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	<b>126</b>							

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Введение. Проблематика, определения.	1
2	Понятие цифровой обработки сигналов	1
3	Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразования	1
4	Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов	1
5	Преобразование Фурье.	1
6	Быстрое преобразование Фурье.	1
7	z-преобразование	2
8	Вейвлет преобразование	1
9	Корреляция и свертка	1
10	Оценка и анализ спектра.	1
11	Периодограммная оценка спектра мощности.	1
12	Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов.	2
13	Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов.	2
14	Фильтрация случайных сигналов. Весовые функции.	1
15	Специальные методы обработки сигналов	1
	<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>

### Темы лабораторных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Введение. Проблематика, определения.	2
2	Понятие цифровой обработки сигналов	2



3	Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразования	2
4	Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов	2
5	Преобразование Фурье.	2
6	Быстрое преобразование Фурье.	2
7	z-преобразование	4
8	Вейвлет преобразование	2
9	Корреляция и свертка	2
10	Оценка и анализ спектра.	2
11	Периодограммная оценка спектра мощности.	2
12	Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов.	4
13	Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов.	4
14	Фильтрация случайных сигналов. Весовые функции.	2
15	Специальные методы обработки сигналов	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Введение. Проблематика, определения.	9
2	Понятие цифровой обработки сигналов	9
3	Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразования	9
4	Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов	9
5	Преобразование Фурье.	9
6	Быстрое преобразование Фурье.	9
7	z-преобразование	6
8	Вейвлет преобразование	9
9	Корреляция и свертка	9
10	Оценка и анализ спектра.	9
11	Периодограммная оценка спектра мощности.	9
12	Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов.	6
13	Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов.	6
14	Фильтрация случайных сигналов. Весовые функции.	9
15	Специальные методы обработки сигналов	9
	<b>ВСЕГО</b>	<b>126</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Индивидуальные задания выдаются по мере необходимости с целью повысить успеваемость студента (в т.ч. ликвидация задолженности по определённым темам) или с целью более глубокого изучения дисциплины успешными студентами. Разрабатываются в индивидуальном порядке в зависимости от степени подготовки студента.

Примеры индивидуальных заданий.

1. Организовать сбор данных с аналогового входа аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Реализовать в интерфейсе пользователя программы возможность изменения частоты дискретизации, размера собираемого блока данных, разрядности квантования входного сигнала, выбора канала преобразования в случае многоканального сбора.

2. Разработать программный модуль, осуществляющий Фурье-преобразование входных сигналов методом Быстрого Преобразования Фурье (БПФ). В качестве входных параметров использовать цифровые сигналы, синтезированные программно, или записанные с аналогового входа АЦП. В качестве выходных параметров должны фигурировать амплитудный и фазовый спектры сигналов и спектр плотности мощности. Предусмотреть в интерфейсе программы возможность изменения размера блока БПФ и перегруппировки результатов БПФ.

3. Разработать программный модуль, осуществляющий фильтрацию цифрового сигнала в частотной области путем удаления из спектра сигнала соответствующих частот. Интерфейс программы должен обеспечивать выбор граничных частот для трех режимов работы фильтра: фильтр низких частот, фильтр высоких частот, полоснопропускающий и полоснозаграждающий. Работу фильтра проверить на примере синтезированного или записанного с аналогового входа АЦП сигнала.

4. Разработать программу, вычисляющую функцию корреляции между двумя сигналами. Вычисление корреляции должно осуществляться как путем прямого вычисления, так и методом быстрой корреляции. Интерфейс программы должен содержать информацию о времени вычисления корреляции тем и иным способом. Программа должна обеспечивать возможность расчета функции корреляции двух различных векторов данных и автокорреляционную функцию одного вектора данных.

5. Разработать программу оценки спектра цифрового сигнала. В программе должны быть реализованы методы периодограмм, модифицированных периодограмм, расчет спектра сигнала из функции автокорреляции. При оценке спектра следует предусмотреть возможность предварительного взвешивания входного сигнала при помощи различных временных окон. В качестве входного сигнала можно использовать как программно синтезированный сигнал, так и записанный с аналогового входа АЦП.

6. Разработать программу синтеза цифрового сигнала. Интерфейсная часть программы должна содержать элементы управления частотой дискретизации, разрядностью квантования. Сигнал должен представлять собой сумму гармонических составляющих с различной амплитудой, частотой и начальной фазой, и шумовой составляющей. Воспользовавшись программным модулем из Задания 5 проанализировать изменение спектра сигнала в зависимости от частоты дискретизации. Изменяя частоту дискретизации добиться эффекта зеркалирования частот.

7. Разработать программу по расчету гистограммы изображения, представленного в градациях серого и в RGB-режиме. Реализовать в программе возможность корректировки гистограммы по яркости и по цветовым каналам в отдельности.

8. Разработать программу пространственной фильтрации изображения: удаление шума, повышение резкости. Удаление шума реализовать посредством медианного фильтра, фильтра скользящего среднего. Повышение резкости обеспечить использованием дифференциального фильтра Лапласа.

9. Разработать программу двумерного преобразования Фурье применительно к фильтрации изображений в частотной области. В программе предусмотреть возможность изменения граничных частот для фильтров следующего типа: фильтр нижних частот, фильтр высоких частот, полоснопропускающий фильтр, полоснозаграждающий фильтр. Используя в качестве тестового изображения периодические системы концентрических колец, решетки и «шахматной доски» проанализировать процесс фильтрации элементов изображений с определенными пространственными частотами.

10. Разработать программу, позволяющую осуществлять преобразование гамма-кривых изображения: степенное, логарифмическое, извлечение негатива.

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. С каким минимальным периодом следует осуществлять выборки непрерывного гармонического сигнала на частоте 10 Гц? Проиллюстрировать процесс дискретизации такого сигнала графически.

2. Какой частоте в спектре аналогового сигнала соответствует гармоническая составляющая на частоте  $f_h = 2$  кГц в спектре дискретного сигнала, полученного в результате дискретизации с частотой  $f_D = 6$  кГц, при условии, что в исходном аналоговом сигнале гармоническая составляющая с частотой  $f_h$  отсутствует? Объяснить причину наблюдаемого эффекта.

3. Используя представление о разложении произвольного периодического сигнала на гармонические составляющие, синтезировать сигналы: меандр, пилообразный, треугольные импульсы. Проанализировать зависимость формы сигнала от числа гармоник. Результаты представить в форме отчета. Объяснить наличие или отсутствие косинусоидальных и синусоидальных членов в полученных рядах.

4. Записать ряд Фурье и коэффициенты ряда Фурье в тригонометрической и экспоненциальной форме.

5. Используя алгоритм быстрого преобразования Фурье вычислить дискретное преобразование Фурье последовательности  $[1, 1, 0, 1, 0, 1, 1]$  и обратное преобразование Фурье полученного результата. Сравнить исходную реализацию с результатом обратного преобразования Фурье.

6. Рассчитать круговую и линейную корреляции двух последовательностей  $[2, 5, 7, 1, 8, 9]$  и  $[3, 5, 1, 8]$ . Вычислить нормированную корреляцию данных последовательностей и сравнить результатом, полученным на первом этапе.

7. Вычислить функцию корреляции двух синусоидальных сигналов одинаковой частоты при различных взаимных фазовых задержках. Сделать тоже для синусоидальных сигналов, модулированных одиночным прямоугольным импульсом. Вычислить корреляцию двух импульсных сигналов при различной временной задержке между импульсами.

8. Изображение синусоидальной решетки строится объективом в плоскости ПЗС-матрицы. Каким должен быть пространственный период изображения решетки, чтобы его можно было разрешить при помощи ПЗС сенсора размером  $4.76 \text{ мм} \times 3.57 \text{ мм}$ ,  $1024 \times 768$  пикселей?

9. Использовать фильтр скользящего среднего для подавления шума в изображении, после чего использовать фильтр Лапласа для повышения резкости изображения. Поменять очередность операций и сравнить результаты.

10. Объяснить смысл отрицательных пространственных частот в Фурье-образе изображения.

11. Сколько существует различных оттенков серого цвета в таком пространстве RGB, в котором каждая цветовая компонента кодируется 8 разрядами.

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки: **02.04.02 – «Фундаментальная информатика и ИТ»**  
 Магистерская программа: **Фундаментальная информатика и информационные технологии академическая магистратура**  
 Программа подготовки: **1**  
 Семестр: **1**  
 Учебная дисциплина: **Современные методы цифровой обработки информации**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Какой частоте в спектре аналогового сигнала соответствует гармоническая составляющая на частоте  $f_h = 2$  кГц в спектре дискретного сигнала, полученного в результате дискретизации с частотой  $f_D = 6$  кГц, при условии, что в исходном аналоговом сигнале гармоническая составляющая с частотой  $f_h$  отсутствует? Объяснить причину наблюдаемого эффекта.
2. Объяснить смысл отрицательных пространственных частот в Фурье-образе изображения.
3. Записать ряд Фурье и коэффициенты ряда Фурье в тригонометрической и экспоненциальной форме.

Утверждено на заседании кафедры ПМ и ТСУ 31.01.2020 г., протокол № 7.  
 Заведующий кафедрой Д.В. Шевцов  
 Преподаватель Д.В. Шевцов

#### Критерии оценивания модульного контроля

Номер задания	Количество баллов
1	15
2	15
3	20
<b>Всего</b>	<b>50</b>

## 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

### Теоретические вопросы к экзамену

1. Отличие аналогового и цифрового сигналов. Преимущества и недостатки цифровых методов обработки сигналов в сравнении с аналоговой обработкой.
2. Дискретизация аналогового сигнала. Теорема отсчетов. Наложение спектров
3. Квантование дискретного сигнала. Однородное и неоднородное квантование. Выборка с запасом по частоте.
4. Цифро-аналоговое преобразование. Интерполятор нулевого порядка.
5. Ряд Фурье и преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Косинус преобразование.
6. Преобразование Фурье дискретных сигналов. Свойства дискретного преобразования Фурье.
7. Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм «бабочка». Децимация во временной и частотой областях.
8. z-преобразование. Свойства z-преобразования. Применение z-преобразования.

9. Понятие о вейвлет преобразовании. Непрерывное и дискретное вейвлет преобразование. Преобразование Хаара. Связь масштаба и частоты.
10. Понятие корреляции двух одномерных сигналов. Коэффициент корреляции. Функция корреляции. Нормирование функции корреляции. Метод быстрого расчета корреляции.
11. Свертка. Импульсная характеристика системы. Обращение свертки. Идентификация системы. Слепое обращение свертки. Круговая и линейная свертка.
12. Оценка спектра. Дисперсия и смещение оценки. Спектр дискретного сигнала. Проблемы спектрального анализа конечных реализаций дискретных сигналов.
13. Периодограммы. Модифицированные периодограммы. Амплитудный и фазовый спектры. Спектр плотности мощности. Теорема Винера-Хинчина.
14. Двумерные дискретные сигналы. Структура цифрового изображения: монохромного, в палитре RGB, индексированного.
15. Цвет в цифровом изображении. Цветовые пространства. Цветовые координаты. Переход между цветовыми моделями.
16. Цветовая модель RGB.
17. Цветовая модель CMYK.
18. Цветовая модель HIS
19. Цветовая модель CIELAB.
20. Гистограмма изображения. Гистограммные преобразования.
21. Преобразование изображений в пространственной области. Градиентные фильтры и фильтры Лапласа. Медианный фильтр и фильтр скользящего среднего.
22. Преобразование изображений в частотной области. Двумерное преобразование Фурье. Частотная фильтрация изображений.
23. Алгоритмы сжатия изображений. Сжатие без потерь. Сжатие с потерями. Стандарты сжатия.
24. Бинаризация изображений. Операции дилатации и эрозии. Скелетизация изображений.
25. Корреляция двумерных сигналов. Корреляционный анализ изображений. Распознавание образов.

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки: **02.04.02 – «Фундаментальная информатика и ИТ»**Магистерская программа: **Фундаментальная информатика и  
информационные технологии**Программа подготовки: **академическая магистратура**Семестр **1**Учебная дисциплина **Современные методы цифровой  
обработки информации****БИЛЕТ №1**

1. Отличие аналогового и цифрового сигналов. Преимущества и недостатки цифровых методов обработки сигналов в сравнении с аналоговой обработкой.
2. Преобразование изображений в частотной области. Двумерное преобразование Фурье.
3. Частотная фильтрация изображений.
4. Практическое задание.

Утверждено на заседании кафедры ПМ и ТСУ 31.01.2020 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой  
ПреподавательД.В. Шевцов  
Д.В. Шевцов**Критерии оценивания экзамена**

<b>Номер задания</b>	<b>Количество баллов</b>
1	25
2	25
3	25
4	25
<b>Всего</b>	<b>100</b>

**11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ**

Не предусмотрено.

**12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

В течение семестра обучающийся может заработать баллы за следующие виды деятельности: индивидуальное задание (домашние работы), самостоятельные и контрольные работы по практике, модульные контрольные работы по теории и практике (в общей сложности максимум 100 баллов), активность на занятиях, индивидуальные творческие задания (бонусные баллы). Экзаменационная работа оценивается после защиты максимум в 100 баллов. Оценка за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на экзамене и выставляется согласно шкале, принятой в ДонНУ. Более подробные критерии разрабатываются исходя из контингента и доводятся до ведома студентов в первый месяц обучения.

<b>№ п/п</b>	<b>Виды контрольных мероприятий</b>	<b>Количество баллов</b>
	<b>Текущий контроль</b>	
1	Отчет о выполнении задания № 1	15
2	Отчет о выполнении задания № 2	15

3	Доклад о результатах проделанной работы	10
4	Организационно-учебная работа в аудитории	10
<b>Всего по текущему контролю</b>		<b>50</b>
	<b>Итоговый контроль</b>	
1.	Модульный контроль	50
<b>Всего по итоговому контролю</b>		<b>50</b>
<b>Всего за семестр:</b>		<b>100</b>

**Шкала соответствия баллов национальной шкале**

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

### 14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
1.	Юкио Сато Без паники! Цифровая обработка сигналов (пер. Т.Селина). – изд-во «ДМК Пресс». – 2017 г. – 176 стр. – ISBN 978-5-97060-430-4, 978-5-94120-251-5	3	+
2.	Авдюшина Е.В., Пачева М.Н. WEB/XML технологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.В. Авдюшина, М.Н. Пачева; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2017. – электронные данные (1 файл).	0	+
3.	Авдюшина Е.В., Пачева М.Н. Практический курс языка XML и WEB технологий [Электронный ресурс]: учеб.-методическое пособие / Е.В. Авдюшина, М.Н. Пачева; ГОУ ВПО «Донецкий	0	+

	национальный университет».– Донецк: ДонНУ, 2017. – электронные данные (1 файл).		
<b>Дополнительная литература</b>			
1.	Гонсалес, Р., Вудс, Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1072 с.	1	+
2.	Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов. Учебник для вузов / А.Б. Сергиенко. СПб.: Питер, 2006. 751 с.	2	+
3.	Солонина А. И. Основы цифровой обработки сигналов: Курс лекций / Солонина А. И., Улахович Д. А., Арбузов С.М., Соловьев Е. Б.– СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 768 с.	1	+
4.	Стивен, С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников / С. Стивен. М.: Додэка – XXI, 2008. 720 с.	2	+
5.	Цифровая обработка сигналов и изображений / под ред. В.И. Кравченко. М.: Физматлит, 2007.	2	+
6.	Ратхор Т.С. Цифровые измерения. АЦП/ЦАП. Техносфера, 2006.	3	+

## 15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Электронный каталог библиотеки Донецкого национального университета: <http://library.donnu-support.ru/catalog/scripts/wek2.exe/mb> (дата обращения: 04.01.2020).
2. Электронно-библиотечная система «Znaniy.com»: <http://znaniy.com/> (дата обращения: 04.01.2020).
3. Электронно-библиотечная система «КнигаФонд»: <http://www.knigafund.ru/> (дата обращения: 04.01.2020).
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: [www.bibloclub.ru](http://www.bibloclub.ru) (дата обращения: 04.01.2020).
5. Научная электронная библиотека (НЭБ): <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 04.01.2020).
6. БД российских научных журналов на Elibrary.ru (РУНЭБ): [http://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp) (дата обращения: 04.01.2020).
7. БД российских журналов East View : <http://dlib.eastview.com> (дата обращения: 04.01.2020).
8. Базы данных компании EBSCO Publishing: <http://search.ebscohost.com/> (дата обращения: 04.01.2020).
9. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, посвященный методологии и методам научных исследований [Электронный ресурс]. Режим доступа к ресурсу: <http://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 04.01.2020).

## 16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Специальное программное обеспечение для изучения дисциплины не требуется.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры ПМ и ТСУ с изменениями (без изменений) на 20\_\_\_\_ год.

Протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_