

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

### Цифровая обработка сигналов и изображений

Направление подготовки: 27.04.04 - Управление в технических системах

Профиль подготовки: Интеллектуальное управление и обработка информации

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) Каримов В.С.

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10	способностью использовать современные технологии обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления
ПК-3	способностью применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- 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;
- ограничения, накладываемые на структуру и состав сигналов особенностями цифрового представления данных;
- основные методы и алгоритмы эффективного выполнения преобразований цифровых сигналов;
- области применения методов цифровой обработки сигналов и изображений.

Должен уметь:

- излагать и критически анализировать основные положения теории аналого-цифровых преобразований и обработки цифровых сигналов, а также их практических возможностей;
- пользоваться теоретическими основами цифровой обработки сигналов и практическими навыками, полученными в ходе освоения дисциплины, для обработки и анализа оптических сигналов в рамках курсов по спектроскопии, лазерным и интерференционным измерениям, голографии и микроскопии;
- пользоваться экспериментальным оборудованием, настраивать и эксплуатировать устройства аналого-цифрового преобразования;
- выбирать и разрабатывать эффективные алгоритмы обработки цифровых данных исходя из условий, поставленных в рамках конкретной задачи и доступных вычислительных ресурсов.

Должен владеть:

- методами математического описания алгоритмов преобразования цифровых сигналов;
- практическими навыками реализации методов и устройств аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразований и обработки цифровых сигналов;
- практическими навыками экспериментальной работы с устройствами аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 27.04.04 "Управление в технических системах (Интеллектуальное управление и обработка информации)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 20 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 82 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Понятие цифровой обработки сигналов. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования.	1	1	0	4	16
2.	Тема 2. Преобразование Фурье. z-преобразование. Вейвлет-преобразование	1	1	0	4	16
3.	Тема 3. Корреляция и свертка. Оценка и анализ спектра.	1	1	0	4	16
4.	Тема 4. Цифровое изображение. Цвет в цифровом изображении. Преобразование изображений в пространственной области.	1	2	0	4	17
5.	Тема 5. Преобразования изображений в частотной области. Сжатие и кодирование изображений. Морфологическая обработка изображений.	1	1	0	4	17
	Итого		6	0	20	82

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Понятие цифровой обработки сигналов. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования.

Понятие цифровой обработки сигналов. Понятие цифровых сигналов. Применение цифровых методов обработки сигналов. Аппаратные и программные средства цифровой обработки сигналов. 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 2. Преобразование Фурье. z-преобразование. Вейвлет-преобразование

Преобразование Фурье. Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье. Свойства дискретного преобразования Фурье. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). БПФ с децимацией во временной области. БПФ с децимацией в частотной области. Косинус-преобразование. z-преобразование. Свойства z-преобразования. Применение z-преобразования. Вейвлет преобразование. Непрерывное вейвлет-преобразование. Разрешение по времени и частоте. Вейвлет-синтез. Дискретное вейвлет-преобразование. Применение вейвлет-анализа.

###### Тема 3. Корреляция и свертка. Оценка и анализ спектра.

Корреляция и свертка. Взаимная корреляция и автокорреляция. Коэффициент корреляции, нормировка коэффициента корреляции. Функция корреляции. Быстрая корреляция. Свертка. Круговая и линейная свертка. Обращение свертки, идентификация системы. Быстрая свертка. 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. Регрессионный анализ.

###### Тема 4. Цифровое изображение. Цвет в цифровом изображении. Преобразование изображений в пространственной области.

Цифровое изображение. Понятие цифрового изображения. Дискретизация и квантование аналогового изображения. Эффекты наложения спектров. Монохромное и цветное изображения. . Отличие зрительного восприятия изображения и аппаратной регистрации. Цвет в цифровом изображении. Цветовые модели. Преобразования систем цветности. Преобразования цветных изображений в монохромные. Преобразования изображений в пространственной области. Получение негативного изображения. Изменение динамического диапазона. Гистограмма, расчет и изменение. эквализация гистограммы. Усреднение и вычитание изображений. Сглаживание и повышение резкости изображений.

**Тема 5. Преобразования изображений в частотной области. Сжатие и кодирование изображений. Морфологическая обработка изображений.**

Преобразования изображений в частотной области. Двумерное преобразование Фурье. Фильтрация изображений. Частотные фильтры. Сжатие и кодирование изображений. Понятие избыточности информации. Сжатие без потерь. Сжатии с потерями. Стандарты сжатия изображений. Стандарты сжатия видеосигналов. Морфологическая обработка изображений. Двоичные изображения. Дилатация и эрозия. Выделение границ, заполнение областей, скелетизация. Распознавание объектов

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

**6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

**6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 1</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Устный опрос	ПК-3 , ПК-10	1. Понятие цифровой обработки сигналов. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования. 2. Преобразование Фурье. z-преобразование. Вейвлет-преобразование 3. Корреляция и свертка. Оценка и анализ спектра. 4. Цифровое изображение. Цвет в цифровом изображении. Преобразование изображений в пространственной области. 5. Преобразования изображений в частотной области. Сжатие и кодирование изображений. Морфологическая обработка изображений.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Лабораторные работы	ПК-3, ПК-10	1. Понятие цифровой обработки сигналов. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования. 2. Преобразование Фурье. z-преобразование. Вейвлет-преобразование 3. Корреляция и свертка. Оценка и анализ спектра. 4. Цифровое изображение. Цвет в цифровом изображении. Преобразование изображений в пространственной области. 5. Преобразования изображений в частотной области. Сжатие и кодирование изображений. Морфологическая обработка изображений.
3	Контрольная работа	ПК-3, ПК-10	1. Понятие цифровой обработки сигналов. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования. 2. Преобразование Фурье. z-преобразование. Вейвлет-преобразование 3. Корреляция и свертка. Оценка и анализ спектра. 4. Цифровое изображение. Цвет в цифровом изображении. Преобразование изображений в пространственной области. 5. Преобразования изображений в частотной области. Сжатие и кодирование изображений. Морфологическая обработка изображений.
	<b>Экзамен</b>	ПК-10, ПК-3	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 1</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 1**

**Текущий контроль**

**1. Устный опрос**

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Примерные темы вопросов для устного опроса

1. Какими свойствами обладает преобразование Фурье?
2. Как связаны дискретное и непрерывное преобразования Фурье?
3. Сформулируйте теорему о временном представлении сигналов.
4. Сформулируйте теорему о частотном представлении сигналов.
5. Чем вызвана периодичность спектра цифрового сигнала?
6. Чем вызван эффект наложения частот?
7. Прямое и обратное Z-преобразование.
8. Свойства Z-преобразования.
9. Таблица Z-образов основных сигналов.

10. Свойства геометрической последовательности.
11. Понятие сигнала, классификация и формы описания.
12. Z-преобразование. Свойства.
13. Свертка. Типы дискретных сверток
14. Непрерывное преобразование Фурье. Свойства. Фурье-образы основных функций.
15. Дискретное преобразование Фурье. Свойства. Связь ДПФ и ПФ.
16. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье
17. Нерекурсивные фильтры
18. Рекурсивные фильтры
19. Метод инвариантного преобразования импульсной характеристики
20. Метод наименьших квадратов при проектировании фильтров
21. Фильтрация в частотной области. Явление Гиббса и методы борьбы с ним.
22. Оптимальная и согласованная фильтрация.
23. Алгоритмы обработки изображений.

## 2. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3, 4, 5

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.
11. Разработать программу, позволяющую выполнять усреднение изображений, вычитание изображений с одновременным контролем гистограммы исходных и результирующих изображений.
12. Разработать программу для подавления детерминированного шума в изображении посредством фильтрации в частотной области. Реализовать отдельный вывод очищенного изображения и отфильтрованной шумовой составляющей.

13. Разработать программу, позволяющую представлять изображение в различных цветовых пространствах: RGB, CMYK, HSI, HSV, CIELAB. Результат работы программы представить как в виде полного изображения, так и в виде составляющих его цветовых каналов.

### 3. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5

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 мм × 3.57 мм, 1024 × 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.

### Экзамен

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 RBG.
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 изображения.
25. Корреляция двумерных сигналов. Корреляционный анализ изображений. Распознавание образов.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 1</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	20
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

"Цифровая обработка сигналов" - научно-технический журнал - [www.dspsa.ru/](http://www.dspsa.ru/)

Модуль - Цифровая обработка сигналов и изображений - [https://www.module.ru/catalog/cifrovaya\\_obrabotka/](https://www.module.ru/catalog/cifrovaya_obrabotka/)

Теория цифровой обработки сигналов и изображений -

<http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Teoriya-cifrovoi-obrabotki-signalov-i-izobrazhenii-Elektronnyi-resurs-ucheb-po-sp>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Во время лекционных занятий студенту рекомендуется вести краткий конспект, фиксируя основные теоретические положения изучаемых разделов дисциплины. В качестве источников получения теоретических и справочных сведений лекции можно рассматривать как первичный, однако не единственный источник. Помимо лекций студент должен активно и самостоятельно работать с литературными источниками, источниками в сети Интернет.
лабораторные работы	Рекомендуемая схема выполнения заданий к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы: 1. Ознакомление с заданием. 2. Изучение необходимого теоретического материала. 3. Изучение примеров выполнения задания. 4. Разработка алгоритма решения поставленной задачи. 5. Выполнение задания в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения). Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту. В ходе защиты преподаватель задает студенту вопросы, касающиеся технологии выполнения задания, а также соответствующего лекционного материала. Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа по дисциплине заключается в следующем: доработка лабораторных работ, изучение теоретического материала на основе изучения конспектов лекций и рекомендованных учебников и учебных пособий, подготовка экзамену. При работе с литературой следует в первую очередь обращаться к основной литературе по дисциплине, причем работа с литературными источниками и источниками сети Интернет должна проводиться систематически, в процессе этой работы студент должен стараться получить полное представление об интересующих его вопросах, особенно, если возникли трудности в понимании какой-то темы.
контрольная работа	После изучения некоторых разделов дисциплины проводится контрольная работа. Для подготовки ней студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, в случае необходимости обращаясь к рекомендованной по дисциплине литературе; выполнить все лабораторные работы по каждой теме. Примерные контрольные задания по каждой теме приведены в разделе 6.3 настоящей программы.
устный опрос	После изучения некоторых разделов дисциплины проводится устный опрос. Для подготовки к опросу студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, в случае необходимости обращаясь к рекомендованной по дисциплине литературе; выполнить все лабораторные работы по каждой теме. Примерные вопросы по каждой теме приведены в разделе 6.3 настоящей программы.

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции и результаты, полученные в ходе выполнения лабораторных работ. В случае возникновения трудностей в понимании какой-либо темы следует обратиться к литературе по тематике дисциплины, рекомендованной преподавателем. В каждом билете на экзамене содержатся два вопроса. Если баллы за работу в семестре низкие (менее 30 баллов), на экзамене может быть предложено практическое задание, соответствующее тематике лабораторных работ.</p> <p>Для успешного ответа на экзамене студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- корректно и в достаточном объеме осветить данные теоретические вопросы - продемонстрировать знания как лекционного материала, так и материала из литературных источников;</li> <li>- корректно ответить на вопросы, задаваемые в ходе устного опроса по тематике полученных вопросов;</li> <li>- предоставить корректно выполненную работу, результаты выполнения которой соответствуют практическому заданию;</li> <li>- ответить на вопросы преподавателя, касающиеся непосредственно технологии выполнения задания;</li> <li>- свободно ориентироваться в терминологии тех тем (разделов) дисциплины, к которым принадлежат полученные теоретические вопросы и практическое задание.</li> </ul>

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 27.04.04 "Управление в технических системах" и магистерской программе "Интеллектуальное управление и обработка информации".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.4 Цифровая обработка сигналов и изображений

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 27.04.04 - Управление в технических системах

Профиль подготовки: Интеллектуальное управление и обработка информации

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Борисова И.В., Цифровые методы обработки информации [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Борисова И.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 139 с. - ISBN 978-5-7782-2448-3 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224483.html>
2. Щетинин Ю.И., Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB [Электронный ресурс]: учеб. пособие /Щетинин Ю.И. - Новосибирск: НГТУ, 2011. - 115 с.: ISBN 978-5-7782-1807-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/548133>
3. Яковлев А.Н., Цифровая фильтрация и синтез цифровых фильтров [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Яковлев А.Н. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2012. - 64 с. - ISBN 978-5-7782-1964-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778219649.html>

**Дополнительная литература:**

1. Гадзиковский В.И., Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / В.И. Гадзиковский - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2015. - 766 с. - ISBN 978-5-91359-117-3 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591173.html>
2. Оппенгейм А., Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / Оппенгейм А., Шафер Р. - Издание 3-е, исправленное. - М. : Техносфера, 2012. - 1048 с. - ISBN 978-5-94836-329-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363295.html>
3. Кравченко В.Ф., Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами [Электронный ресурс] / Кравченко В.Ф., Чуриков Д.В. - М. : Техносфера, 2018. - 182 с. - ISBN 978-5-94836-506-0 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365060.html>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.4 Цифровая обработка сигналов и изображений

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 27.04.04 - Управление в технических системах

Профиль подготовки: Интеллектуальное управление и обработка информации

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.