

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Безопасность информационных и автоматизированных систем»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор  
/Т.Р. Змызгова/

«30» сентября 2021 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

## **СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА**

образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета

10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем

Специализация №5 Безопасность открытых информационных систем  
Формы обучения: очная

Курган 2021

Рабочая программа дисциплины «Системы цифровой обработки сигнала» составлена в соответствии с учебными планами по программе специалитета «Информационная безопасность автоматизированных систем» (Безопасность открытых информационных систем), утвержденным для очной формы обучения « 30 » августа 2021 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Безопасность информационных и автоматизированных систем» 29 сентября 2021 года, протокол № 2.

Рабочую программу составил:

канд. техн. наук, доцент



Д.И. Дик

Согласовано:

Заведующий кафедрой «БИАС»

канд. техн. наук, доцент



Д.И. Дик

Начальник Управления  
образовательной деятельности



С.Н. Сеницын

Специалист по учебно-методической  
работе Учебно-методического  
отдела



Г.В. Казанкова

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единицы трудоемкости (108 академических часа)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	семестр
		6
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов, в том числе:</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
Лекции	32	32
Лабораторные работы	16	16
Практические занятия	32	32
<b>Самостоятельная работа, всего часов в том числе:</b>	<b>28</b>	<b>28</b>
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (подготовка к лабораторным и практическим занятиям и рубежному контролю)	10	10
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Системы цифровой обработки сигнала» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений дисциплин по выбору студента Блока 1. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Физика
- Электротехника
- Основы теории защиты информации
- Основы информационной безопасности
- Моделирование физических процессов в профессиональной деятельности
- Электроника и схемотехника.

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплин: «Техническая защита информации», «Разработка и эксплуатация защищенных автоматизированных систем», «Методы проектирования защищенных распределенных информационных систем», а также выполнение курсовых работ и проектов и выпускной квалификационной работы.

### **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.**

*Целью изучения дисциплины является:* обучение студентов основам цифровой обработки сигналов.

*Задачами дисциплины являются:* получение студентами общего представления о цифровой обработке сигналов; изучение основ спектрального анализа; изучение основ основы цифровой фильтрации; получение студентами представления об использовании методов цифровой обработки сигналов в различных прикладных областях.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований (ПК-1);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

*знать*

- математические основы цифровой обработки (ПК-1);

- основные принципы построения цифровых фильтров (для ПК-1);

- принципы построения быстрых алгоритмов цифровой обработки (для ПК-1);

*уметь*

- правильно выбирать частоту дискретизации непрерывных сигналов (для ПК-1);

- выполнять спектральный анализ цифровых сигналов (для ПК-1);

*владеть*

- владеть методами оценки информационных рисков (для ПК-1);

- навыками проектирования цифровых измерительных преобразователей (для ПК-1);

- навыками обработки экспериментальных результатов и проводить их анализ (для ПК-1).

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план. Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	<i>Тема 1.</i>	Общие сведения	2	-	4
	<i>Тема 2</i>	Спектральный анализ	8	16	8
	<i>Тема 3</i>	Цифровые фильтры	8	10	4
Рубеж 2	<i>Тема 4</i>	Обработка звуковых и речевых сигналов	6	-	-
	<i>Тема 5</i>	Цифровая обработка изображений	8	-	-
	<i>Тема 3</i>	Цифровые фильтры	-	6	-
<b>Всего:</b>			<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>

### 4.2. Содержание лекционных занятий

#### *Тема 1 Общие сведения*

Современные направления развития и технические средства цифровой обработки сигналов. Пространственно-временное представление сигнала. Ортогональные системы функций. Гармонический анализ. Дискретизация непрерывных процессов.

#### *Тема 2 Спектральный анализ*

Дискретное преобразование Фурье. Введение в быстрые алгоритмы. Быстрое преобразование Фурье (БПФ-алгоритмы Кули-Тьюки и Гуда-Томаса).

#### *Тема 3 Цифровые фильтры*

Свертка функций. Импульсная переходная характеристика функции. Рекурсивные и не рекурсивные фильтры. Фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой.

#### *Тема 4 Обработка звуковых и речевых сигналов*

Подавление эхо-сигналов. Гомоморфная обработка. Неопределенная инверсная свертка. Модель речевых сигналов. Речевые синтезаторы. Метод линейного предсказания.

#### *Тема 5 Цифровая обработка изображений*

Сокращение избыточности изображений. Сжатие методом предсказаний. Сжатие видеоинформации путем обработки в области преобразований. Воспроизведение изображений по проекциям. Повышение качества изображений. Методы фильтрации изображений (уравнение Винера-Хопфа, масочные фильтры, фильтр Калмана, медианная фильтрация). Методы восстановления изображений.

### 4.3 Практические занятия

Номер темы	Наименование раздела, темы	Наименование тем практических занятий	Норматив времени, час.
2	Спектральный анализ	Прямое и обратное z-преобразование	6
		Описание систем дискретного вре-	4

		мени с помощью нулей и полюсов	
		Оценка частотной характеристики систем дискретного времени	6
3	Цифровые фильтры	Структуры реализации цифровых фильтров	8
	<i>1-ый рубежный контроль</i>	Тестирование	2
	Цифровые фильтры	Синтез фильтров с конечной импульсной характеристикой	2
		Влияние конечной разрядности на фильтры с бесконечной импульсной характеристикой	2
	<i>2-ой рубежный контроль</i>	Тестирование	2
	<i>Итого</i>		32

#### 4.4 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Номер темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторных работ	Норматив времени, час.
1	Общие сведения	Дискретизация непрерывных сигналов	4
2	Спектральный анализ	Определение спектральных характеристик сигнала	8
3	Цифровые фильтры	Изучение влияния весовых функций на амплитудный спектр	4
<b>Всего часов</b>			<b>16</b>

#### 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной или практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практических и лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Преподавателем запланировано применение на практических занятиях и лабораторных работах разбор конкретных ситуаций.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях и лабораторных работах в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам, к рубежным контролям и подготовку к зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
Подготовка к практическим занятиям (по 0,2 часа на каждое занятие)	3
Подготовка к лабораторным работам (по 1 часу на каждую работу)	3
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубежный контроль)	4
Подготовка к зачету	18
<b>Всего:</b>	<b>28</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ.
2. Отчеты студентов по практическим занятиям.
3. Отчеты студентов по лабораторным работам.
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2.
4. Вопросы к зачету.

### 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание						
		<i>Распределение баллов, 6 семестр</i>						
1	Распределение баллов за семестр по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита практической работы	Выполнение и защита лабораторной работы	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка:	1 <sub>6</sub> x 16=16 <sub>6</sub>	4 <sub>6</sub> x 6 = 24 <sub>6</sub>	5 <sub>6</sub> x 3 = 15 <sub>6</sub>	8	7	30
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – неудовлетворительно; незачет; 61...73 – удовлетворительно; зачет; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично						

3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все практические и лабораторные работы.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 61 для получения «автоматически» зачета».</li> </ul> <p>По согласованию с преподавателем студенту могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на практических занятиях и лабораторных работах, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических и лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры .</p>
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических и лабораторных работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение и защита пропущенного практического занятия – до 4 баллов.</li> <li>- выполнение и защита пропущенной лабораторной работы – до 5 баллов. Прохождение рубежного контроля баллы в зависимости от рубежа.</li> </ul> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменного тестирования.

Зачет – в форме устного ответа на 2 вопроса. Перечень вопросов преподаватель выдает заранее. Время, отводимое студенту на подготовку вопросов, составляет 1 академический час. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основную материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1 и № 2 состоят из 19 вопросов. На каждое тестирование при рубежном контроле студенту отводится 1 академический час. Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Баллы студенту выставляются в зависимости от числа правильно выбранных ответов. Итоговая оценка по тесту формируется путем суммирования набранных баллов и отнесения их к общему количеству вопросов в задании. Помножив полученное значение на 100%, можно привести итоговую оценку к традиционной следующим образом:



«неудовлетворительно» – менее 50%

«удовлетворительно» – 50% - 70%

«хорошо» – 70% - 90%

«отлично» – 90% - 100% .

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

#### **6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета**

##### ***Примерные тестовые задания для рубежного контроля №1***

*1. Какой характер имеют амплитудный частотный спектр периодической функции*

1. Непрерывный
2. Кусочнонепрерывный
3. С разрывами
4. Дискретный

*2. Периодический непрерывный сигнал с периодом 27 секунд разлагается в ряд Фурье. Чему равно расстояние между гармониками спектра данного сигнала?*

1. 0,0370 Гц
2. 27 Гц
3. 0,2327

*3. Каким образом может выполняться повышение контрастности изображения?*

1. С помощью оконтуривания изображений
2. С помощью нелинейного преобразования яркостей изображения
3. С помощью масочной фильтрации изображений

##### ***Примерные тестовые задания для рубежного контроля №2***

*1. Какие требования должны выполняться для возможности применения алгоритма БПФ КулиТьюки?*

1. Число  $n$  (количество отсчетов исходных данных) может быть любым составным числом
2. Число  $n$  обязательно должно быть равно степени двойки
3. Число  $n$  должно быть составным числом, причем числа, на которые разбивается  $n$ , должны быть взаимно простыми

*2. Медианная фильтрация изображений применяется для подавления:*

1. Аддитивного белого шума
2. Импульсных помех
3. Гауссовского шума

*3. Что такое полоса прозрачности фильтра?*

1. Диапазон частот, пропускаемый фильтром без затухания
2. Максимальная частота, пропускаемая фильтром без затухания
3. Минимальная частота, пропускаемая фильтром без затухания

### Примерный перечень вопросов к зачету

1. Ортогональные и ортонормированные системы функций. Ортонормированный базис.
2. Периодическая функция.
3. Что такое ряд Фурье. Гармоника.
4. Какие функции разложимы в ряд Фурье.
5. Что такое частотные спектры. Какие они бывают.
6. Как связаны частотные спектры и функции.
7. Что такое интеграл Фурье. Как связан интеграл Фурье с рядом Фурье.
8. В чем заключается дискретизация и квантование непрерывных процессов?
9. Как связаны спектры непрерывной и дискретной функций. Как спектр дискретной функции изменяется в зависимости от частоты дискретизации. Теорема Котельникова.
10. Что такое решетчатая функция
11. Что такое быстрые преобразования. В чем заключается идея БПФ.
12. Что такое импульсная переходная функция и свертка. Связь свертки с преобразованием Фурье.
13. Цифровые фильтры. Виды цифровых фильтров.
14. Методы подавления экосигналов.
15. В чем заключается обобщенная линейная или гомоморфная обработка
16. Неопределенная инверсная свертка
17. Модель речевых сигналов
18. Виды речевых синтезаторов
19. В чем сущность метода линейного предсказания
20. Сокращение избыточности изображений методом линейного предсказания
21. Сжатие видеoinформации путем обработки в области преобразований
22. Воспроизведение изображений по проекциям
23. Повышение качества изображений
24. Что такое масочная фильтрация. Почему при ограниченном размере окрестностей, применяемом при КИХ фильтрации изображений, нельзя достичь предельного подавления шума
25. Что такое медианная фильтрация. Область ее применения
26. Перечислите факторы, усложняющие решение проблемы восстановления изображений
27. При каких условиях инверсная фильтрация обеспечивает высокое качество восстановления изображений
28. Почему помехоустойчивость фильтра Винера выше, чем инверсного.
29. Назовите причины краевых эффектов и методы борьбы с ними.

### 6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **7.1. Основная учебная литература**

1 Гадзиковский, В.И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / В.И. Гадзиковский. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2015. – 766 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».

2 Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений [Электронный ресурс] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – Издание 3-е, исправленное и дополненное. – М. : Техносфера, 2012. – 1104 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».

3 Смит, С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников [Электронный ресурс] / Стивен Смит; пер. с англ. А.Ю. Линовича, С.В. Витязева, И.С. Гусинского – М. : ДМК Пресс, 2011. – 720 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».

### **7.2 Дополнительная учебная литература**

1 Методы компьютерной обработки изображений [Электронный ресурс] / Под ред. В.А. Сойфера. – 2-е изд., испр. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».

2 Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Умняшкин С.В. – Второе издание, исправленное и дополненное. – М. : Техносфера, 2012. – 368 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».

### **7.3 Методическая литература:**

1. Дик, Д.И. Лабораторный практикум по дисциплине «Системы цифровой обработки сигнала» для студентов программы специалитета 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем» и программы бакалавриата 10.03.01 «Информационная безопасность» [Электронный ресурс] / Д.И. Дик. – Электрон. текстовые дан. – Курган : КГУ, 2017. – 27 с.

2. Дик, Д.И. Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Системы цифровой обработки сигнала» для студентов программы специалитета 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем» и программы бакалавриата 10.03.01 «Информационная безопасность» [Электронный ресурс] / Д.И. Дик. – Электрон. текстовые дан. – Курган : КГУ, 2017. – 72 с.

## **8. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Сайт дистанционного обучения в НОУ (Национальный Открытый Университет) «ИНТУИТ» содержит бесплатные курсы, программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки, интересные доклады и другую полезную информацию <http://www.intuit.ru>.

2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

3. Информационный сайт, содержащий справочные материалы по информатике, которые включают в себя курс лекций, схемы, презентации, рефераты и др. [informatikaplus.narod.ru](http://informatikaplus.narod.ru)

4. Сайт о высоких технологиях, новости индустрии из мира компьютерного «железа», тестовые испытания и обзоры оборудования [IXBT.com](http://IXBT.com).

5. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» <http://www.ict.edu.ru>.

## **9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Среда программирования Visual C++
2. Пакет Scilab
3. Пакет Open Office.

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Переносной проектор BENQ PB6110 с экраном, локальная сеть компьютеров на базе ПК Pentium с установленным программным обеспечением MS Windows XP и с возможностью выхода в Интернет.

## **11. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
**«Системы цифровой обработки сигнала»**  
образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета

**10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем**

Специальность:

**Безопасность открытых информационных систем**

Трудоемкость дисциплины: 3 з.е. (108 академических часа)

Семестр: 6 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: зачет

#### **Содержание дисциплины**

Современные направления развития и технические средства цифровой обработки сигналов. Пространственно-временное представление сигнала. Гармонический анализ. Дискретизация непрерывных сигналов. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Свертка функций. Импульсная переходная характеристика функции. z-преобразование. Рекурсивные и не рекурсивные фильтры. Фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой. Применение методов цифровой обработки сигналов для звуковых и речевых сигналов. Применение методов цифровой обработки сигналов для обработки изображений.