

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Программное обеспечение автоматизированных систем»



УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по образовательной деятельности
Щербич С.Н. /
«31 августа 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

Цифровая обработка сигналов

образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры

09.04.04 Программная инженерия

Направленность:

Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки данных в
информационно-вычислительных системах

Формы обучения: очная

Курган 2020

Рабочая программа составлена в соответствии с учебными планами программы магистратуры Программная инженерия (Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки данных в информационно-вычислительных системах) очной формы обучения, утвержденными 28.08.2020 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры Программного обеспечения автоматизированных систем 31.08.2020 года, протокол № 1.

Рабочую программу разработал
доцент кафедры ПОАС



Д.И. Дик

Заведующий
кафедрой ПОАС



Т.Р. Змызгова

Согласовано:

Начальник
Управления
образовательной деятельности



С.Н. Синицын

Специалист
по учебно-методической работе
Учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость – 4 зач. ед. (144 акад. часа)

Виды учебной работы	Распределение трудоемкости по семестрам и видам учебных занятий (акад. часов)	
	Очная форма обучения	
	Всего	2-й семестр
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции	24	24
Лабораторные занятия	24	24
Самостоятельная работа:	96	96
Выполнение контрольной работы	-	-
Подготовка к экзамену	27	27
Прочие виды	69	69
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» включена в модуль «Анализ данных и машинное обучение» обязательной части блока 1 учебного плана. Для освоения дисциплины необходимы компетенции в области программирования, типовых структур данных и анализа алгоритмов, формируемые соответствующими дисциплинами программ бакалавриата или специалитета.

Результаты изучения дисциплины используются при освоении профильных дисциплин, включенных в модули «Анализ данных и машинное обучение» и «Прикладные задачи интеллектуального анализа данных», а также для выполнения междисциплинарной курсовой работы, научно-исследовательской работы и подготовке магистерской диссертации.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Основная цель изучения дисциплины – систематическое изложение основных методов и алгоритмов цифровой обработки данных.

Задачи дисциплины:

изучение:

- существующих методов и алгоритмов цифровой обработки данных;
- способов применения методов цифровой обработки данных к решению реальных инженерных задач;

практическое освоение:

- методов цифровой обработки сигналов.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач (ОПК-2);
- способность разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем (ОПК-5);
- способность применять при решении профессиональных задач методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях (ОПК-7).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие **результаты обучения**:

Должен знать:

- методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов (для ОПК-2);
- методы и средства получения, хранения и переработки информации в задачах цифровой обработки сигналов (для ОПК-7).

Должен уметь:

- разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства для решения задач цифровой обработки сигналов (для ОПК-2);
- разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем (для ОПК-5);
- применять методы и средства получения и переработки информации посредством современных компьютерных технологий для решения задач цифровой обработки сигналов (для ОПК-7).

Должен владеть:

- методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов (для ОПК-2);
- методами и средствами получения и переработки информации посредством современных компьютерных технологий (для ОПК-7).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Разделы дисциплины		Часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Лаборат. занятия
№	Наименование		
1	Введение в цифровое представление сигналов	2	4
2	Спектральный анализ	4	–
3	Z-преобразование	6	6
	Рубежный контроль №1	–	2
4	Цифровые фильтры	4	10
5	Обработка звуковых и речевых сигналов	4	–
6	Цифровая обработка изображений	4	–
	Рубежный контроль №2	–	2
Всего по дисциплине:		24	24

4.2. Содержание лекционных занятий

Раздел 1. Введение в цифровое представление сигналов

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

Раздел 2. Спектральный анализ

Дискретное преобразование Фурье. Введение в быстрые алгоритмы. Быстрое преобразование Фурье.

Раздел 3. Z-преобразование

Z-преобразование. Обратное z-преобразование. Свойства z-преобразования. Описание систем дискретного времени с помощью нулей и полюсов.

Раздел 4. Цифровые фильтры

Свертка функций. Импульсная переходная характеристика функции. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой. Структуры реализации цифровых фильтров. Спецификация требований к фильтрам. Линейная фазовая характеристика и ее следствия.

Принципы расчета характеристик КИХ фильтра методом взвешивания. Принципы расчета характеристик КИХ фильтра оптимизационными методами. Принципы расчета характеристик КИХ фильтра методом частотной выборки. Эффекты конечной разрядности в цифровых фильтрах.

Раздел 5. Обработка звуковых и речевых сигналов

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

Раздел 6. 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. Лабораторные работы

Наименование лабораторной работы	Часов контактной работы с преподавателем
Раздел №1. Введение в цифровое представление сигналов	
Дискретизация непрерывных сигналов	4
Раздел №3. Z-преобразование	
Прямое и обратное z-преобразование	2
Описание систем дискретного времени с помощью нулей и полюсов	2
Оценка частотной характеристики систем дискретного времени	2
Рубежный контроль №1	2
Раздел №4. Цифровые фильтры	
Структуры реализации цифровых фильтров	2
Синтез фильтров с конечной импульсной характеристикой	4
Влияние конечной разрядности на фильтры с бесконечной импульсной характеристикой	4
Рубежный контроль №2	2
Всего часов	24

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционный курс базируется на пассивном методе обучения, реализующем традиционную объяснительно-иллюстративную образовательную технологию, в рамках которой магистры выступают в роли слушателей, воспринимающих учебный материал и участвующих в дискуссиях и экспресс-опросах.

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 работе.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Преподавателем запланировано применение на 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 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 экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. часов
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	51
Раздел 1. Введение в цифровое представление сигналов	5
Раздел 2. Спектральный анализ	6
Раздел 3. Z-преобразование	10
Раздел 4. Цифровые фильтры	10
Раздел 5. Обработка звуковых и речевых сигналов	10
Раздел 6. Цифровая обработка изображений	10
Подготовка и выполнение лабораторных работ	14
Подготовка к рубежному контролю (по 2 часа на контроль)	4
Выполнение контрольной работы	-
Подготовка к экзамену	27
Всего:	96

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ.
2. Отчеты по лабораторным работам.
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2 (для очной формы обучения).
4. Перечень вопросов к экзамену

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы <i>(доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии)</i>	Распределение баллов					
	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита лабораторной работы	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	экзамен	
	Балльная оценка:	1 _б x 12 = 12 _б	5 _б x 4 = 20 _б 4 л.р. – 2 ч 6 _б x 3 = 18 _б 3 л.р. – 4 ч 38	10	10	30	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамену	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического экзамена (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все лабораторные работы</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» обучающемуся необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <p>- 68 баллов для получения «автоматически» оценки «удовлетворительно».</p> <p>По согласованию с преподавателем обучающемуся, набравшему минимум 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на лабораторных занятиях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».</p>					

4	<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 50 баллов, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение и защита пропущенных лабораторных работ – до 9 баллов. <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

Мероприятия текущего контроля проводятся на аудиторных занятиях в соответствии с расписанием.

Основной вид текущего контроля результатов освоения дисциплины - защита отчетов по выполненным лабораторным работам.

В процессе защиты отчетов оценивается уровень понимания обучающимися методики проведения работы, полнота и качество выполнения заданий, степень освоения предоставляемых разработчиком инструментальных средств и качество написанного обучающимся программного кода, а также обоснованность выводов, сделанных обучающимся по результатам выполнения заданий.

Рубежные контроли проводятся в форме письменного тестирования.

Тест для каждого рубежного контроля содержит 10 вопросов. На каждое тестирование при рубежном контроле обучающемуся отводится 2 академических часа. Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого обучающегося по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Баллы обучающемуся 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.

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

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

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

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?
 - 3) С помощью оконтуривания изображений
 - 4) С помощью нелинейного преобразования яркостей изображения
 - 5) 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 экзамену

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. Эффекты возникающие при цифроаналоговом преобразовании.
10. Как связаны спектры непрерывной и дискретной функций. Как спектр дискретной функции изменяется в зависимости от частоты дискретизации. Теорема Котельникова.
11. Что такое решетчатая функция
12. Что такое быстрые преобразования. В чем заключается идея БПФ.
13. Что такое импульсная переходная функция и свертка. Связь свертки с преобразованием Фурье.
14. Что такое быстрые преобразования. В чем заключается идея БПФ.
15. Что такое импульсная переходная функция и свертка. Связь свертки с преобразованием Фурье.
16. Прямое и обратное z-преобразования.
17. Связь разностного уравнения и z-преобразования.
18. Цифровые фильтры. Виды цифровых фильтров.
19. Сравнение КИХ и БИХ фильтров.
20. Спецификация требований к фильтрам.
21. Линейная фазовая характеристика и ее следствия.
22. Принципы расчета характеристик КИХ фильтра методом взвешивания.
23. Принципы расчета характеристик КИХ фильтра оптимизационными методами.
24. Принципы расчета характеристик КИХ фильтра методами частотной выборки.
25. Эффекты конечной разрядности в цифровых фильтрах.
26. Методы подавления эхосигналов.
27. В чем заключается обобщенная линейная или гомоморфная обработка
28. Неопределенная инверсная свертка
29. Модель речевых сигналов
30. Виды речевых синтезаторов
31. В чем сущность метода линейного предсказания
32. Сокращение избыточности изображений методом линейного предсказания
33. Сжатие видеoinформации путем обработки в области преобразований
34. Воспроизведение изображений по проекциям
35. Повышение качества изображений
36. Что такое масочная фильтрация. Почему при ограниченном размере окрестностей, применяемом при КИХ фильтрации изображений, нельзя достичь предельного подавления шума
37. Что такое медианная фильтрация. Область ее применения
38. Перечислите факторы, усложняющие решение проблемы восстановления изображений
39. При каких условиях инверсная фильтрация обеспечивает высокое качество восстановления изображений
40. Почему помехоустойчивость фильтра Винера выше, чем инверсного.
41. 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. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература

1. Гадзиковский, В.И. Цифровая обработка сигналов: Практическое пособие Учебное пособие / В.И. Гадзиковский. – М.:СОЛОН-Пр., 2014. – 766 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=883840>, через сеть КГУ. – Загл. с экрана.

2. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие по дисциплине "Цифровая обработка сигналов" / Ю.Н.Матвеев [и др.]. – СПб.: СПбНИУ ИТМО, 2013. – 166 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/718/79718/files/itmo1075.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

3. Применение цифровой обработки сигналов / [С. Л. Фрини, Дж. Ф. Кайзер, Х. С. Макдональд и др.]; Под ред. Э. Оппенгейма. – М. : Мир, 1980. – 552 с. : ил.; 22 см. – ISBN В пер. (В пер.)

7.2. Дополнительная литература

4. Ролдугин, С.В. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие / С.В. Ролдугин, А.В. Паринов, А.Н. Голубинский. – Воронеж : Научная книга, 2016. – 144 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=923327>, через сеть КГУ. – Загл. с экрана.

5. Бейтс, Р. Восстановление и реконструкция изображений / Бейтс Р., МакДоннелл М.; Пер. с англ. Б. С. Кругликова, С. Л. Ярославского; Под ред. Л. П. Ярославского. – М. : Мир, 1989. – 333 с. : ил.; 22 см. – ISBN 5-03-001022-X (В пер.)

6. Дахнович, А.А. Дискретные системы и цифровая обработка сигналов: Учебное пособие / А.А. Дахнович. – Электрон. дан. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007. – 70 с. – Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/671/56671/files/k_Daxnovich.pdf, свободный. – Загл. с экрана.

7.3. Методическая литература

7. Дик Д.И. Лабораторный практикум по дисциплине "Цифровая обработка сигналов". 2020.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Техническое обеспечение

№	Наименование	Использование
1	Комплект: ноутбук, медиа-проектор, экран	Для демонстрации иллюстративного материала при чтении лекций.
2	Персональный компьютер стандартной комплектации	Используется в качестве инструмента и объекта исследования при выполнении лабораторных и контрольных работ.

8.2 Программное обеспечение

№	Наименование	Использование
1	Инструментальные средства программирования (по выбору обучающегося)	Используется в качестве инструмента и объекта исследования при выполнении лабораторных работ.
2	Вспомогательные программы (программы презентационной графики; текстовые редакторы).	Используется в качестве инструмента при выполнении лабораторных и контрольных работ.

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры

09.04.04 Программная инженерия
направленность

*Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки данных
в информационно-вычислительных системах*

формы обучения – очная

Трудоемкость освоения дисциплины – 4 зач. ед. (144 акад. часа)

Семестры: 2-й

Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в цифровое представление сигналов

Раздел 2. Спектральный анализ

Раздел 3. Z-преобразование

Раздел 4. Цифровые фильтры

Раздел 5. Обработка звуковых и речевых сигналов

Раздел 6. Цифровая обработка изображений