

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова»

Факультет информатики и вычислительной техники

Кафедра математического и аппаратного обеспечения информационных систем



«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по учебной работе

И.Е. Поверинов

31 августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Теория цифровой обработки сигналов и изображений»


Специальность 10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем

Квалификация (степень) выпускника Специалист по защите информации

Профиль (специализация) Безопасность открытых информационных систем

Рабочая программа основана на требованиях Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем, утвержденного приказом Министерства образования и науки 01.12.2016 г. №1509

СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):

Доктор технических наук, профессор  Н.А. Галанина

ОБСУЖДЕНО:

на заседании кафедры математического и аппаратного обеспечения информационных систем 30.08.2017 г., протокол № 1

заведующий кафедрой

СОГЛАСОВАНО:


 Д.В. Ильин

Методическая комиссия факультета информатики и вычислительной техники 30 августа 2017 г., протокол №1

Декан факультета

 А.В. Щипцова

Директор научной библиотеки

 Н. Д. Никитина

Начальник управления информатизации

 И. П. Пивоваров

Начальник учебно-методического управления

 В. И. Маколов

1. Цель и задачи обучения по дисциплине

Целью дисциплины «Теория цифровой обработки сигналов и изображений» является обеспечение подготовки студентов в области цифровой обработки сигналов. В процессе изучения дисциплины студенты знакомятся с принципами описания, синтеза и анализа эффективности алгоритмов цифровой фильтрации и спектрального анализа.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- 1) знать принципы цифровой обработки сигналов;
- 2) знать области применения, достоинства и ограничения цифровой обработки сигналов;
- 3) знать методы одномерной фильтрации;
- 4) знать методы линейной и нелинейной двумерной фильтрации;
- 5) уметь проектировать цифровые устройства;
- 6) уметь оценивать эффективность применения цифровых устройств;
- 7) уметь синтезировать цифровые устройства обработки сигналов.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина «Теория цифровой обработки сигналов и изображений» относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

Для освоения дисциплины используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в ходе изучения основных общематематических дисциплин, языков программирования, основ электротехники, электроники и схемотехники. Знания, полученные при изучении дисциплины, используются при прохождении практик, государственной итоговой аттестации.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ООП

Процесс обучения по дисциплине направлен на формирование следующих компетенций:

способность к освоению новых образцов программных, технических средств и информационных технологий (ОПК-8);

способность применять знания в области электроники и схемотехники, технологий, методов и языков программирования, технологий связи и передачи данных при разработке программно-аппаратных компонентов защищенных автоматизированных систем в сфере профессиональной деятельности (ПК-10).

В результате обучения по дисциплине, обучающийся должен (ЗУН):

знать:

- основы теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) (31);
методы дискретизации и квантования сигналов, теорию дискретных линейных систем, основные методы цифровой фильтрации и спектрального анализа (32);

уметь:

- использовать теоретические знания для проектирования систем ЦОС (У1);
- использовать типовые инструментальные средства и пакеты прикладных программ для решения конкретных прикладных задач обработки сигналов на ЭВМ (У2);

владеть навыками:

- проектирования цифровых устройств фильтрации и спектрального анализа (Н1).

4. Структура и содержание дисциплины

Образовательная деятельность по дисциплине проводится:

– в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях (далее – контактная работа);

системы								
2.1. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы	10	2	2	2		4	2	
2.2 Сущность линейной дискретной обработки	11	2	2	2		5	2	
2.3. Рекурсивные и нерекурсивные дискретные фильтры	12	2	2	2		6	2	
Раздел 3. Проектирование дискретных фильтров								
3.1. Методы расчета цифровых БИХ-фильтров	11	2	2	2		5	2	
3.2. Расчет цифровых КИХ-фильтров	21	2	2	2		15	2	
Раздел 4. Эффекты квантования в цифровых системах								
4.1. Форматы представления чисел	11	1	1	1		8	1	
4.2. Процесс квантования. Эффекты квантования в цифровых фильтрах	7	1	1	1		4	1	
Зачет	2				2			
Итого	108 3 з.е.	16	16	16	2	58	16	

5. Содержание разделов дисциплины

5.1. Лекции

Раздел 1. Основы анализа сигналов

1.1. Классификация сигналов. Сигналы и их характеристики. Детерминированные и случайные сигналы. Периодические сигналы. Основные тестовые сигналы. Спектр сигнала. Энергия и мощность сигнала. Энергетические характеристики сигналов. Понятие энергии, средней мощности и мгновенной мощности сигналов.

1.2. Ряд Фурье. Синусно-косинусная форма ряда Фурье. Вещественная форма ряда Фурье. Комплексная форма ряда Фурье. Примеры разложения сигналов в ряд Фурье.

1.3. Преобразование Фурье. Примеры расчета преобразования Фурье. Свойства преобразования Фурье. Фурье-анализ неинтегрируемых сигналов.

1.4. Корреляционный анализ. Корреляционная функция. Взаимная корреляционная функция. Связь между корреляционными функциями и спектрами сигналов.

Энергетические расчеты в спектральной области.

Раздел 2. Дискретные сигналы

2.1. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Основные понятия. Примеры.

2.2. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Частота Найквиста. Теорема Котельникова. Восстановление радиосигнала по отсчетам видеосигнала. Квадратурная дискретизация узкополосных сигналов. Субдискретизация сигналов.

2.3. Z-преобразование. Примеры вычисления Z-преобразования. Связь z-преобразования с преобразованиями Лапласа и Фурье. Свойства z-преобразования. Обратное z-преобразование.

Раздел 3. Дискретные системы

3.1. Сущность линейной дискретной обработки.

3.2. Способы описания дискретных систем. Импульсная характеристика. Функция передачи. Нули и полюсы. Полюсы и вычеты. Пространство состояний. Фильтры первого и второго порядка. Фильтры первого порядка. Условие устойчивости для систем второго порядка. Резонатор второго порядка. Режектор второго порядка. Рекурсивные и

нерекурсивные дискретные фильтры. Формы реализации дискретных фильтров. Каноническая форма. Транспонированная форма. Последовательная (каскадная) форма. Параллельная форма. Идеальные цифровые фильтры. Спектральный анализ. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. БПФ с прореживанием по времени. БПФ с прореживанием по частоте. Эффекты квантования в цифровых системах. Форматы представления чисел. Процесс квантования. Квантование коэффициентов цифровых фильтров. Масштабирование коэффициентов цифровых фильтров. Переполнение разрядной сетки в процессе вычислений. Округление промежуточных результатов вычисления. Предельные циклы.

5.2. Лабораторные работы

№	Тема	Количество часов
Лабораторная работа №1.	Сигналы и их характеристики	2
Лабораторная работа №2.	Характеристики дискретных линейных систем	4
Лабораторная работа №3.	Нерекурсивные фильтры	4
Лабораторная работа №4.	Рекурсивные фильтры	4
Лабораторная работа №5.	Исследование эффектов квантования в цифровых фильтрах	2
Итого		16

6. Образовательные технологии

В соответствии со структурой образовательного процесса по дисциплине применяются следующие технологии:

- диагностики;
- целеполагания;
- управления процессом освоения учебной информации;
- применения знаний на практике, поиска новой учебной информации;
- организации совместной и самостоятельной деятельности обучающихся (учебно-познавательной, научно-исследовательской, частично-поисковой, репродуктивной, творческой и пр.);
- контроля качества и оценивания результатов образовательной деятельности (технология оценивания качества знаний, рейтинговая технология оценки знаний и др.)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для реализации компетентного подхода при обучении дисциплине предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных методов проведения занятий:

При обучении дисциплине применяются следующие формы занятий:

- лекции, направленные на получение новых и углубление научно-теоретических знаний, в том числе вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция, лекции-дискуссии, лекции-беседы и др.;
- практические занятия, проводимые под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленные на углубление и овладение определенными методами самостоятельной работы, могут включать коллективное обсуждение материала, дискуссии, решение и разбор конкретных практических ситуаций, компьютерные симуляции, тренинги и др.;
- лабораторные занятия, проводимые под руководством преподавателя в учебной лаборатории с использованием компьютеров и учебного оборудования, направленные на закрепление и получение новых умений и навыков, применение знаний и умений, полученных на теоретических занятиях, при решении практических задач и др.

Все занятия обеспечены мультимедийными средствами (SMART доски, проекторы,

экраны) для повышения качества восприятия изучаемого материала. В образовательном процессе широко используются информационно-коммуникационные технологии.

Самостоятельная работа студентов – это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Формы самостоятельной работы студентов определяются содержанием учебной дисциплины, степенью подготовленности студентов. Они могут иметь учебный или учебно-исследовательский характер: анализ литературы по теме, подготовка к лабораторным работам, подготовка реферативных сообщений, разработка проекта и др.

Формами контроля самостоятельной работы выступают оценивание проверка отчётов по результатам выполненных заданий и лабораторных работ. Результаты самостоятельной работы учитываются при оценке знаний на зачете.

7. Формы аттестации и оценочные материалы

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества усвоения учебного материала, стимулирования учебной работы обучающихся и совершенствования методики проведения занятий. Он проводится в ходе всех видов занятий в форме, избранной преподавателем.

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения учебных целей по учебной дисциплине и проводится в форме экзамена, защиты курсовой работы. Принимается экзамен преподавателем, читающим лекции по данной учебной дисциплине в соответствии с перечнем основных вопросов, выносимых для контроля знаний обучающихся:

7.1. Примерный перечень вопросов к зачету

1. Классификация сигналов.
2. Формы представления сигналов.
3. Параметры сигналов: а) гармонического; б) последовательности прямоугольных импульсов.
4. Физические характеристики сигналов.
5. Понятие полезного сигнала и шума.
6. Определение аналогового сигнала.
7. Дискретизация сигнала. Основные параметры дискретизации.
8. Квантование сигнала.
9. Какой сигнал называется цифровым?
10. Виды описания сигнала.
11. Причины «зашумления» сигнала.
12. Примеры последовательностей, играющих важную роль при дискретной обработке сигналов.
13. Каким образом может быть представлена произвольная последовательность?
14. Спектр дискретного сигнала. Понятие амплитудного и фазового спектра сигнала.
15. Связь длительности сигнала с шириной его спектра.
16. Связь спектра дискретного сигнала со спектром аналогового сигнала. Способ восстановления непрерывного сигнала по дискретным отсчетам.
17. Частота Найквиста.
18. Возможные случаи в зависимости от соотношения между частотой гармонического сигнала и частотой Найквиста.
19. Эффект появления ложных частот.
20. Теорема Котельникова.
21. Понятие мгновенного спектра.
22. Энергетические характеристики сигналов.

23. Приведите примеры сигналов, наиболее часто встречающихся при решении задач. Нарисуйте их спектры.
24. Скважность импульсов.
25. Нарисуйте спектр последовательности прямоугольных импульсов и дайте его описание.
26. Меандр.
27. Дискретные сигналы.
28. Дискретные ЛПП-системы.
29. Описание ЛПП-систем во временной области.
30. Описание ЛПП-систем в частной области.
31. Дискретизация по времени аналоговых сигналов.
32. Теорема отсчетов.
33. Частотно-временные деформации дискретного сигнала.
34. Описание дискретных сигналов и систем в области комплексной переменной.
35. Свойства z -преобразования.
36. Применение z -преобразования к решению разностных уравнений.
37. Применение z -преобразования к определению передаточной функции дискретной ЛПП-системы.
38. Дискретный ряд Фурье для представления периодических дискретных сигналов.
39. ДПФ для представления дискретных сигналов конечной длительности.
40. Свойства ДПФ и его применение для реализации линейной дискретной свертки.
41. Алгоритм дискретной фильтрации.
42. Разностное уравнение.
43. Передаточная характеристика фильтра.
44. Понятие нулей и полюсов фильтров.
45. Z -преобразование. Обратное z -преобразование. Связь z -преобразования с Фурье-преобразованием последовательности.
46. Классы цифровых фильтров. Их разностные уравнения и передаточные характеристики.
47. Структурные схемы фильтров.
48. Прямая форма реализации фильтров (с одно- и многоходовые сумматором. Достоинства и недостатки).
49. Каноническая форма реализации фильтров.
50. Транспонированная форма реализации фильтров.
51. Каскадная форма реализации фильтров.
52. Параллельная форма реализации фильтров.
53. Структурные схемы фильтров без полюсов.
54. Классификация цифровых фильтров по пропускаемым частотам.

Оценка «зачтено» проставляется студенту, выполнившему и защитившему в полном объеме лабораторные задания в течение семестра.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Электронный каталог и электронные информационные ресурсы, предоставляемые научной библиотекой ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» доступны по ссылке <http://library.chuvsu.ru/>

8.1. Рекомендуемая основная литература (ежегодное обновление перечня и условия доступа представлены в Приложениях к рабочей программе)

№ п/п	Наименование
1.	Галанина, Н. А. Введение в цифровую обработку сигналов : учебное пособие / Н. А. Галанина, Н. Н. Иванова ; [отв. ред. Н. А. Галанина] ; Чуваш. гос. ун-т им. И. Н. Ульянова. - Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. - 119с.

2.	Рыбак Л.А. Теория автоматического управления. Часть II. Дискретные системы: учебное пособие / Рыбак Л.А., Л.А. Рыбак - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 65 с.. - ISBN http://www.iprbookshop.ru/28401.html
3.	Цифровая обработка сигналов : методические указания к лабораторным работам. Ч. 1 / Чуваш. гос. ун-т им. И. Н. Ульянова ; [сост.: Н. А. Галанина, Н. Н. Иванова ; отв. ред. Н. А. Галанина]. - Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2014. - 71с.
4.	Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Информатика и вычислительная техника"] / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2007. - 750с.

8.2. Рекомендуемая дополнительная литература (ежегодное обновление и условия доступа перечня представлены в Приложениях к рабочей программе)

№ п/п	Наименование
1.	Основы цифровой обработки сигналов: учебное пособие для вузов/ А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов, Е. Б. Соловьева - 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 753с.
2.	Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие для вузов по специальности "Информатика и вычислительная техника" / Сергиенко А. Б. - СПб. и др.: Питер, 2002. - 603с.
3.	Макаренко А.А. Расчет цифровых фильтров методом автоматизированного проектирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Макаренко, М.Ю. Плотноков. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2014. — 51 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68093.html

8.3. Программное обеспечение, профессиональные базы данных, информационно-справочные системы.

Программное обеспечение, профессиональные базы данных, информационно-справочные системы, предоставляемые управлением информатизации ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» доступны по ссылке <http://ui.chuvsu.ru/>*

8.3.1. Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1.	MS Office/ LibreOffice	лицензия университета/ свободное лицензионное соглашение (https://ru.libreoffice.org/)
2.	MS Windows/Linux (Ubuntu)	лицензия университета/ свободное лицензионное соглашение (http://ubuntu.ru/)
3.	Visual Studio Community	http://www.visualstudio.com/ru/vs/community

8.3.2. Базы данных, информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Условия доступа/скачивания
1.	Гарант	из внутренней сети университета (договор)*
2.	Консультант +	

8.3.3. Рекомендуемые интернет-ресурсы и открытые он-лайн курсы

№ п/п	Наименование интернет ресурса	Режим доступа
1.	Российская Государственная Библиотека	http://www.rsl.ru
2.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru
3.	Фундаментальная библиотека Нижегородского государственного университета	http://www.unn.ru/library
4.	Научная библиотека Казанского государственного университета	http://lsl.ksu.ru
5.	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru
6.	Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов	http://window.edu.ru
7.	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине оснащены автоматизированным рабочим местом (АРМ) преподавателя, обеспечивающим тематические иллюстрации и демонстрации, соответствующие программе дисциплины в составе:

- ПЭВМ с доступом в интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);
- мультимедийный проектор с дистанционным управлением;
- мультимедийное звуковое оборудование;
- настенный экран;
- интерактивная доска SMART;
- телевизор SMART.

Учебные аудитории для практических, лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены АРМ преподавателя и пользовательскими АРМ по числу обучающихся, объединенных локальной сетью («компьютерный» класс), с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

10. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

11. Методические рекомендации по освоению дисциплины

В ходе лекционных занятий студенту рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Следует обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. При составлении конспекта желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых в дальнейшем можно делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. В ходе лекционных занятий рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к практическим и лабораторным работам рекомендуется изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. основой для выполнения лабораторной работы являются разработанные кафедрой методические

указания. Рекомендуется дорабатывать свой конспект лекций, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой дисциплины. Желательно подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практическое занятие. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, рекомендуется обращаться за методической помощью к преподавателю, составить план-конспект своего выступления, продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с практикой. В процессе подготовки студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы.

Форма организации студентов на лабораторных работах - индивидуальная. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Если в результате выполнения лабораторной работы запланирована подготовка письменного отчета, то отчет о выполненной работе необходимо оформлять в соответствии с требованиями методических указаний. Качество выполнения лабораторных работ является важной составляющей оценки текущей успеваемости обучающегося.

