

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
«Системы цифровой обработки сигналов»

Направление подготовки 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника

Квалификация (степень) выпускника Бакалавр

Профиль (направленность) Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Академический бакалавриат

Рабочая программа основана на требованиях Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Минобрнауки 12.01.2016 г. №5.

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

 Д.В. Ильин

СОГЛАСОВАНО:

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

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 «Системы цифровой обработки сигналов» входит в дисциплины по выбору вариативной части образовательной программы высшего образования по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» (профиль Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем).

Для освоения дисциплины «Системы цифровой обработки сигналов» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в ходе изучения основных общематематических дисциплин, программирования, электротехники, электроники и схемотехники. Знания, полученные при изучении дисциплины, используются в подготовке студентов к успешной работе над ВКР и в дальнейшей практической деятельности.

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

Процесс обучения по дисциплине направлен на формирование следующей компетенции:

способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности (ПК-3).

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

Знать

- основы теории цифровой обработки сигналов (ЦОС): методы дискретизации и квантования сигналов, теорию дискретных линейных систем, основные методы цифровой фильтрации (З1);

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 (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);

– в форме самостоятельной работы.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа, занятия семинарского типа (лабораторные работы), групповые и (или) индивидуальные консультации, в том числе в электронной информационно-образовательной среде.

Обозначения:

Л – лекции, л/р – лабораторные работы, п/р – практические занятия, КСР – контроль самостоятельной работы, СРС – самостоятельная работа студента, ИФР – интерактивная форма работы, К – контроль.

4.1. Содержание дисциплины

Содержание	Формируемые компетенции	Формируемые ЗУН
Раздел 1. Основы анализа сигналов	ПК-3	З1, У1, У2, Н1
1.1. Классификация сигналов		
1.2. Энергия и мощность сигнала		
1.3. Ряд Фурье и преобразование Фурье		
1.4. Корреляционный анализ		
Раздел 2. Дискретные сигналы и системы	ПК-3	З1, У1, Н1
2.1. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы		
2.2. Сущность линейной дискретной обработки		
2.3. Рекурсивные и нерекурсивные дискретные фильтры		
Раздел 3. Проектирование дискретных фильтров		
3.1. Методы расчета цифровых БИХ-фильтров		
3.2. Расчет цифровых КИХ-фильтров		
Раздел 4. Эффекты квантования в цифровых системах	ПК-3	З1, У1, У2, Н1
4.1. Форматы представления чисел		
4.2. Процесс квантования. Эффекты квантования в цифровых фильтрах		
Зачет	ПК-3	З1, У1, У2, Н1
Расчетно-графическая работа	ПК-3	З1, У1, У2, Н1

4.2. Объем дисциплины, виды учебной работы обучающихся по очной форме обучения

Содержание	Всего, час	Контактная работа, час				СРС, час	в т.ч. ИФР, час	К, час
		Л	л/р	п/р	КСР			
Раздел 1. Основы анализа сигналов	27	10	8			9	9	
1.1. Классификация сигналов	4	2				2		
1.2. Энергия и мощность сигнала	6	2	2			2	2	
1.3. Ряд Фурье и преобразование Фурье	11	4	4			3	5	
1.4. Корреляционный анализ	6	2	2			2	2	
Раздел 2. Дискретные сигналы и системы	27	10	10			7	11	
2.1. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы	8	4	2			2	2	
2.2. Сущность линейной дискретной обработки	9	2	4			3	5	
2.3. Рекурсивные и нерекурсивные дискретные фильтры	10	4	4			2	4	

Раздел 3. Проектирование дискретных фильтров	25	8	8			9	10	
3.1. Методы расчета цифровых БИХ-фильтров	12	4	4			4	5	
3.2. Расчет цифровых КИХ-фильтров	13	4	4			5	5	
Раздел 4. Эффекты квантования в цифровых системах	15	4	6			5	8	
4.1. Форматы представления чисел	7	2	2			3	3	
4.2. Процесс квантования. Эффекты квантования в цифровых фильтрах	8	2	4			2	5	
Зачет	7				1	6		
Расчетно-графическая работа	7				1	6		
Итого	108	32	32		2	42	38	
Итого, з.е.	3							

5. Содержание разделов дисциплины

5.1. Лекции

Раздел 1. Основы анализа сигналов

Тема 1. Классификация сигналов. Сигналы и их характеристики. Детерминированные и случайные сигналы. Периодические сигналы. Основные тестовые сигналы. Спектр сигнала.

Тема 2. Энергия и мощность сигнала. Энергетические характеристики сигналов. Понятие энергии, средней мощности и мгновенной мощности сигналов.

Тема 3. Ряд Фурье. Синусно-косинусная форма ряда Фурье. Вещественная форма ряда Фурье. Комплексная форма ряда Фурье. Примеры разложения сигналов в ряд Фурье.

Тема 4. Преобразование Фурье. Примеры расчета преобразования Фурье. Свойства преобразования Фурье. Фурье-анализ неинтегрируемых сигналов.

Тема 5. Корреляционный анализ. Корреляционная функция. Взаимная корреляционная функция. Связь между корреляционными функциями и спектрами сигналов.

Энергетические расчеты в спектральной области.

Раздел 2. Дискретные сигналы и системы

Тема 6. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Основные понятия. Примеры. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Частота Найквиста. Теорема Котельникова. Восстановление радиосигнала по отсчетам видеосигнала. Квадратурная дискретизация узкополосных сигналов. Субдискретизация сигналов.

Тема 7. Z-преобразование. Примеры вычисления Z-преобразования. Связь z-преобразования с преобразованиями Лапласа и Фурье. Свойства z-преобразования. Обратное z-преобразование.

Тема 8. Сущность линейной дискретной обработки. 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.

Тема 9. Рекурсивные и нерекурсивные дискретные фильтры. Нерекурсивные фильтры. Рекурсивные фильтры. Формы реализации дискретных фильтров. Каноническая форма. Транспонированная форма. Последовательная (каскадная) форма. Параллельная форма.

Тема 10. Идеальные цифровые фильтры. Идеальные частотно-избирательные фильтры. Дискретное преобразование Гильберта. Идеальный дифференцирующий фильтр.

Раздел 3. Проектирование дискретных фильтров

Тема 17. Методы расчета цифровых БИХ-фильтров. Расчет цифровых БИХ-фильтров по данным аналоговых фильтров. Метод инвариантности импульсной характеристики. Метод билинейного преобразования.

Тема 12. Расчет БИХ-фильтров стандартных типов методом обобщенного билинейного преобразования. Примеры расчета фильтров на основе билинейного преобразования. Проектирование цифровых БИХ-фильтров методами оптимизации.

Тема 13. Расчет цифровых КИХ-фильтров. Свойства цифровых КИХ-фильтров. Расчет КИХ-фильтров с линейной ФЧХ по методу взвешивания (метод «окна»). Примеры расчета КИХ-фильтров методом взвешивания (окна).

Тема 14. Расчет КИХ-фильтров по методу частотной выборки. Расчет оптимальных КИХ-фильтров с минимаксной ошибкой. Примеры расчета оптимальных КИХ-фильтров.

Раздел 4. Эффекты квантования в цифровых системах

Тема 15. Форматы представления чисел. Представление отрицательных чисел. Формат с фиксированной запятой. Формат с плавающей запятой.

Тема 16. Процесс квантования. Шум квантования. Неравномерное квантование. Эффекты квантования в цифровых фильтрах. 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	4
Лабораторная работа №2.	Характеристики дискретных линейных систем	8
Лабораторная работа №3.	Нерекурсивные фильтры	8
Лабораторная работа №4.	Рекурсивные фильтры	8
Лабораторная работа №5.	Исследование эффектов квантования в цифровых фильтрах	4
Итого		32

5.3. Вопросы для самостоятельной работы студента в соответствии с содержанием разделов дисциплины

Перечень вопросов совпадает с перечнем, представленным в пункте 7.

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 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 (проектор, экран) 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, курсовой работы. Результаты самостоятельной работы учитываются при оценке знаний на экзамене.

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 зачета. Принимается зачет 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 линейные системы с постоянными параметрами (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.

7.2. Оценивание результатов зачета

Зачет проводится по окончании занятий по дисциплине до начала экзаменационной сессии в период недели контроля самостоятельной работы.

Билет для проведения промежуточной аттестации в форме зачета включают вопросы и задачи для проверки сформированности знаний, умений и навыков.

Оценка «зачтено» проставляется студенту, выполнившему и защитившему в полном объеме расчетно-графическую работу и лабораторные работы в течение семестра, чей

уровень знаний, умений и навыков соответствует уровню оценок «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно». Оценка «не зачтено» проставляется студенту, не выполнившему и (или) не защитившему в полном объеме расчетно-графическую работу и лабораторные работы в течение семестра, либо чей уровень знаний, умений и навыков соответствует уровню оценки «неудовлетворительно».

Общими критериями, определяющими оценку знаний, умений и навыков на зачете, являются:

- для оценки «отлично» – наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;

- для оценки «хорошо» – наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильны действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;

- для оценки «удовлетворительно» – наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

- для оценки «неудовлетворительно» – наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

7.3. Выполнение и примерные задания расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа выполняется в процессе изучения дисциплины. Общее руководство и контроль за ходом выполнения расчетно-графической работы осуществляет преподаватель соответствующей дисциплины. Расчетно-графическая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями для обучающихся.

Основными функциями руководителя расчетно-графической работы являются:

- определение и формулирование задания расчетно-графической работы;
- консультирование по вопросам содержания и последовательности выполнения расчетно-графической работы;
- оказание помощи студенту в подборе необходимой литературы;
- контроль хода выполнения расчетно-графической работы.

Цель работы: научиться вычислять линейную и круговую (циклическую) дискретную свертку последовательностей.

Задание:

1. Вычислить линейную свертку последовательностей $s_1(n)$ и $h_1(n)$;
2. Вычислить круговую свертку периодической последовательности $s_2(n)$ и $h_2(n)$;
3. Вычислить линейную свертку последовательностей $s_3(n)$ и $h_3(n)$, используя метод перекрытия с суммированием;
4. Вычислить линейную свертку последовательностей $s_3(n)$ и $h_3(n)$, используя метод перекрытия с накоплением;

Варианты заданий

№		1	2	3
1	s	{1, 2, 4, 8, 5, -5, 1}	{4, 1, 5, 2}	{5, 6, 8, 6, 5, 1, -5, 2, -6, 1, 5, 5, 8, 2, -5, -1, 2, 1}
	h	{5, -1, 2, 3}	{6, 2, 0, -5}	{1, 5, -4, 2}
2	s	{-5, 2, 0, 6, 8}	{7, 8, 0, 6}	{2, -2, -5, 1, 9, 2, 2, 6, 5, 6, 1, 2, -3, 5, 7, 2, 4, 5, 1}
	h	{2, 0, -1, 1}	{1, 9, -5, 2}	{2, -6, 1, 5}
3	s	{1, 2, 8, -6, -5, 6}	{3, 1, 4, 7}	{6, 5, 1, -2, 2, 1, 6, 2, 7, 8, 0, 3, 1, 5, 2, 8, -5, 4}
	h	{2, 3, 0, -1}	{-9, 8, 6, 2}	{5, 2, 1, 2}

4	s	{1, 2, 9, -6, 5, 1}	{6, -9, 1, 7}	{5, 6, 1, 8, -5, 2, -4, 1, 2, 8, 6, 7, 1, 3, -3, 5, 2, 3}
	h	{2, 6, -2, 5}	{7, 5, 6, 2}	{3, 7, 8, 2}
5	s	{5, 2, -6, 8, 13, 12}	{1, 2, 5, 6}	{5, 1, -5, 2, 5, 7, 2, 9, 8, -2, 3, 5, 4, 6, 0, 1, 8, 7}
	h	{3, -5, 6, 8}	{-9, 4, 2, 1}	{-9, 5, 2, 1}
6	s	{1, 2, 0, 2, 1, 6}	{2, 6, 9, 6}	{3, 4, -2, 3, 6, 4, 2, -4, 3, 6, 4, 1, 7, 8, 4, 9, -4, -4}
	h	{2, 6, -1, 5}	{1, -1, 2, 8}	{3, 2, 4, 7}
7	s	{-5, -2, 5, 2, 1}	{5, 6, 8, 1}	{6, 8, 1, -5, 6, 5, 2, 1, 6, 5, 7, 9, -2, 3, 4, -1, -5, 2}
	h	{7, 8, 3, 1}	{6, 5, 8, -6}	{6, 4, 1, 2}
8	s	{1, 1, 5, 6, 0}	{6, 9, 1, -5}	{2, 3, 4, -1, 8, 6, 7, 5, 1, 2, -4, -6, 8, 7, 1, 2, -9, 5}
	h	{-9, 5, 6, 2}	{3, 6, 7, -4}	{3, -5, 7, 8}
9	s	{1, 10, -1, 5}	{-5, 0, 1, 6}	{3, 2, 1, -1, 2, -5, 6, 7, 9, -4, 4, 2, 1, 4, 3, 7, 8, -9}
	h	{9, 5, 6, -5, 1}	{6, 7, 8, 9}	{6, 5, 1, 2}
10	s	{6, 5, 3, -5, 6, 2}	{1, -9, 5, 1}	{3, 2, -5, 4, 1, 5, 3, 7, 9, -8, -4, 2, -2, 1, 3, 4, 2, 9}
	h	{1, 2, -6, -7, 1}	{6, 4, 8, -7}	{3, 5, 7, -5}
11	s	{5, 12, 0, 2, 6, 8}	{6, 1, -7, 2}	{5, -4, -2, 3, 2, 4, 8, -1, 2, 5, 4, 1, 0, 4, 7, 8, -2, 1}
	h	{6, 5, 3, 4, 1}	{3, 5, 2, 7}	{1, 2, 3, 8}
12	s	{7, 6, 4, -7}	{8, 5, 6, -1}	{2, 3, 1, -5, 4, 1, 2, 7, 6, 8, 6, 2, 1, 0, 4, 5, -5, 2}
	h	{6, 5, 1, 2, 3}	{1, 0, 9, 5}	{-7, 5, -2, 1}
13	s	{-5, -1, 5, 6, 5}	{6, 8, 8, 9}	{-5, 2, 5, 1, 7, 8, 9, -4, 5, 1, 2, 4, 7, 3, -5, 5, 2, 3}
	h	{5, 2, 1, 0, -5}	{-9, 5, 0, 1}	{3, 5, 1, 2}
14	s	{6, 8, 9, 8, 0, 1}	{1, 2, -8, 3}	{2, 3, 1, 4, 5, -8, 1, 4, 9, 7, 3, 2, -4, 1, 5, 2, 2, 5}
	h	{7, 3, 1, 8}	{5, 6, 4, 1}	{2, 5, 4, 3}
15	s	{-2, 7, 0, 5, 3}	{6, 9, 0, 8}	{2, 3, 2, -5, 4, -5, 5, 1, 0, 5, 4, 8, -8, 4, 2, 1, 9, -2}
	h	{9, 3, 2, -5}	{6, -8, 5, 1}	{8, 7, 3, 5}
16	s	{6, 2, 8, 7, 5, -9}	{5, 6, -4, 5}	{-1, 8, -4, 2, 3, 1, 2, 8, 7, 4, 2, 3, 1, 0, 8, 8, -5, 1}
	h	{6, 3, 4, -5}	{3, 5, 2, 1}	{-1, 3, 5, 8}

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

№ 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.	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.
3.	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

№ 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.

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/>

№ п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1.	Microsoft Visual Studio Community	https://www.visualstudio.com/ru/vs/community
2.	Dev-C++ 5.0 beta 9.2 (4.9.9.2) with Mingw/GCC 3.4.2	http://www.bloodshed.net/devcpp.html

8.3.1. Базы данных, информационно-справочные системы

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

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

№ п/п	Наименование интернет ресурса	Режим доступа
1.	Открытое образование	URL: https://openedu.ru/
2.	Национальный открытый университет	URL: http://www.intuit.ru/studies/courses?service=0&option_id=13&service_path=1
3.	Умняшкин С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Умняшкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2016. — 528 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/58892.html
4.	Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / В.И. Гадзиковский. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2015. — 766 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/53863.html
5.	Макаренко А.А. Специальные вопросы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Макаренко, М.Ю. Плотников. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2014. — 87 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68145.html
6.	Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Н. Матвеев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2013. — 166 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/71513.html

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;
- настенный экран.

Учебные аудитории для 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».

9. 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.

10. 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 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. В процессе подготовки студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовой работы.

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.

Изменения и (или) дополнения от 01.09.2018 г (протокол №1 МК факультета ИВТ) к рабочей программе дисциплины «Системы цифровой обработки сигналов» (направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем»):

к перечню учебной литературы и ресурсов сети «Интернет»

№ п/п	Рекомендуемая основная литература
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	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.
3	Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / Оппенгейм Алан, Шафер Рональд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2012. — 1048 с. — 978-5-94836-329-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/26906.html
Рекомендуемая дополнительная литература	
1	Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: [учебное пособие для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника"] / Сергиенко А. Б. 2-е изд. СПб: Питер, 2007. 750 с. (и др. года изд.)
2	Умняшкин С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Умняшкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2016. — 528 с. — 978-5-94836-424-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/58892.html

к перечню информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование Рекомендуемого ПО	Условия доступа/скачивания
1.	Microsoft Visual Studio	свободное лицензионное соглашение: https://visualstudio.microsoft.com/ru/free-developer-offers/
2.	Microsoft Windows	из внутренней сети университета (договор)
3.	Microsoft Office	
4.	Octave – свободная система для математических вычислений, использующая совместимый с MATLAB язык высокого уровня	свободное лицензионное соглашение http://www.gnu.org/software/octave/install http://octave-online.net/

Декан факультета

 — А.В. Щипцова