

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 быстрых алгоритмов»

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

*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 быстрых алгоритмов» является изучение основных алгоритмов быстрой обработки сигналов, наиболее эффективных при обработке больших массивов данных в режиме реального времени и удовлетворяющих требованиям сверхскоростной обработки информации.

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

Дисциплина «Теория быстрых алгоритмов» относится к дисциплинам по выбору.

Для освоения дисциплины «Теория быстрых алгоритмов» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в ходе изучения основных общематематических дисциплин, программирования, электротехники и электроники, цифровой схемотехники, цифровой обработки сигналов. 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 разрабатывать компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии программирования (ПК-2).

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

**знать:**

- теоретико-числовые алгоритмы цифровой обработки сигналов (З1);

- принципы информационных технологий на основе непозиционных систем счисления (З2);

- области применения, достоинства и ограничения быстрых алгоритмов цифровой обработки сигналов (З3);

**уметь:**

- проектировать цифровые устройства на основе быстрых алгоритмов (У1);

- оценивать эффективность применения быстрых алгоритмов в цифровых устройствах (У2);

**владеть навыками:**

- аппаратной реализации устройств БПФ в СОК (Н1);

- компьютерного вычисления ДПФ на основе БПФ (Н2).

## 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. Введение в быстрые алгоритмы                          | ПК-2                    | З1, У1, У2, Н1         |
| 1.1. История быстрых алгоритмов обработки сигналов              |                         |                        |
| 1.2. Использование быстрых алгоритмов                           |                         |                        |
| 1.3. Основные области применения                                |                         |                        |
| Раздел 2. Быстрые алгоритмы дискретного преобразования Фурье    | ПК-2                    | З1, У1, Н1, Н2         |
| 2.1. Дискретные сигналы. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). |                         |                        |
| 2.2. Алгоритм БПФ с основанием 2                                |                         |                        |
| Раздел 3. БПФ в СОК и поразрядная обработка цифровых сигналов.  | ПК-2                    | З1, З2, У1, У2, Н1     |
| 3.1. Разработка устройств БПФ в СОК                             |                         |                        |
| 3.2. Поразрядные алгоритмы ДПФ (ПДПФ)                           |                         |                        |
| Зачет   | ПК-2                    | З1, З2, У1, У2, Н1, Н2 |
| Расчетно-графическая работа                                     | ПК-2                    | З1, З2, У1, У2, Н1, Н2 |
| Экзамен   | ПК-2                    | З1, З2, У1, У2, Н1, Н2 |

## 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. Введение в быстрые алгоритмы                          | 24             | 12                     | 4   |     |     | 8        | 4               |        |
| 1.1. История быстрых алгоритмов обработки сигналов              | 6              | 4                      |     |     |     | 2        |                 |        |
| 1.2. Использование быстрых алгоритмов                           | 6              | 4                      |     |     |     | 2        |                 |        |
| 1.3. Основные области применения                                | 12             | 4                      | 4   |     |     | 4        | 4               |        |
| Раздел 2. Быстрые алгоритмы дискретного преобразования Фурье    | 42             | 20                     | 12  |     |     | 10       | 12              |        |
| 2.1. Дискретные сигналы. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). | 18             | 10                     | 4   |     |     | 4        | 4               |        |
| 2.2. Алгоритм БПФ с основанием 2                                | 24             | 10                     | 8   |     |     | 6        | 8               |        |
| Раздел 3. БПФ в СОК и поразрядная обработка цифровых сигналов   | 60             | 24                     | 24  |     |     | 12       | 24              |        |
| 3.1. Разработка устройств БПФ в СОК                             | 30             | 12                     | 12  |     |     | 6        | 6               |        |
| 3.2. Поразрядные алгоритмы ДПФ (ПДПФ)                           | 30             | 12                     | 12  |     |     | 6        | 6               |        |
| РГР   | 10             |                        |     |     | 2   | 8        | 2               |        |
| Зачет   | 8              |                        |     |     |     | 8        |                 |        |
| Экзамен   | 36             |                        |     |     |     |          |                 | 36     |
| Итого   | 180,<br>5 з.е. | 56                     | 40  |     | 2   | 46       | 42              | 36     |

## 5. Содержание разделов дисциплины

### 5.1. Лекции

Раздел 1. Введение в быстрые алгоритмы

1.1. История быстрых алгоритмов обработки сигналов. Системы счисления для проведения вычислений. Цифровая обработка сигналов.

1.2. Использование быстрых алгоритмов.

1.3. Основные области применения.

Раздел 2. Быстрые алгоритмы дискретного преобразования Фурье.

2.1. Дискретные сигналы. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Быстрые алгоритмы коротких сверток и ДПФ. Китайские теоремы об остатках. Алгоритм Кука-Тоома. Алгоритмы Винограда вычисления коротких сверток. Алгоритм Кули-Тьюки быстрого преобразования Фурье. Алгоритм Кули-Тьюки по основанию два. Алгоритм Гуда-Томаса быстрого преобразования Фурье. Алгоритм Винограда для быстрого преобразования Фурье малой длины. Быстрые алгоритмы и многомерные свертки. Алгоритм Агарвала-Кули вычисления свертки. Быстрая свертка многочленов. Быстрые алгоритмы многомерных преобразований. Алгоритмы Кули-Тьюки по малому основанию. Алгоритм Винограда быстрого вычисления преобразования Фурье большой длины. Алгоритм Джонсона-Барраса быстрого преобразования Фурье.

2.2. Алгоритм БПФ с основанием 2. Суть БПФ. Алгоритмы БПФ с основанием 2. Основная идея БПФ. Иллюстрация методики БПФ для  $N$ -точечной последовательности. Направленный граф 8-точечного ДПФ. Свойства алгоритма БПФ с основанием 2 и прореживанием по времени. Базовая операция алгоритма БПФ. Алгоритм БПФ с замещением. Поворачивающие множители. Особенности алгоритма БПФ с прореживанием по времени. Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте. Базовая операция алгоритма БПФ с прореживанием по частоте. Направленный граф алгоритма. Сравнение алгоритмов БПФ с прореживанием по времени и частоте. Вычисление обратного ДПФ с помощью алгоритма прямого ДПФ. Единый подход к алгоритмам БПФ. Алгоритм БПФ со смешанным основанием.

Раздел 3. БПФ в СОК и поразрядная обработка цифровых сигналов.

3.1. Разработка устройств БПФ в СОК. Основы машинной арифметики в системе остаточных классов. Развитие непозиционных систем счисления. Система счисления в остаточных классах (СОК). Представление чисел в СОК. Операции сложения и умножения в системе остаточных классов. Перевод чисел из позиционной системы в систему остаточных классов и обратно. Применение индексов для выполнения арифметических операций. Синтез вычислительных алгоритмов ЦОС в СОК. Схема ЦОС в СОК. Синтез непозиционных устройств БПФ. Выбор системы модулей и ее оптимизация. Синтез функциональных модулей БПФ в СОК. Аппаратная реализация алгоритмов БПФ в СОК с заданными свойствами. Схемы базовых табличных модулей. Реализация функциональных модулей в СОК на комбинированных операционных схемах (КОС). Вычислительный блок «бабочка» в канале  $N_S=2$ . Схемы СБИС для вычисления БПФ на КОС. Реализация схем БПФ в СОК. Устройство для вычисления  $N_S$ -точечного БПФ в СОК. Индексное представление вычетов. Индексные БПФ в СОК.

3.2. Поразрядные алгоритмы ДПФ (ПДПФ). Одномерный поразрядный метод вычисления БПФ. Многомерный поразрядный метод вычисления ДПФ. Синтез устройств ПДПФ. Схема поразрядного одномерного вычислителя ДПФ. Схема двумерного устройства ПДПФ. Оптимизация параметров ПДПФ.

### 5.2. Лабораторные работы

| №                       | Тема                                     | Количество часов |
|-------------------------|--|------------------|
| Лабораторная работа №1. | Вычисление дискретной свертки последова- | 8                |

|                         |  |    |
|-------------------------|--|----|
|                         | тельностью   |    |
| Лабораторная работа №2. | Алгоритм БПФ по основанию $2^n$                              | 8  |
| Лабораторная работа №3. | Алгоритм БПФ по основанию $2^n$ в системе остаточных классов | 4  |
| Лабораторная работа №4. | Поразрядные алгоритмы ДПФ (ПДПФ)                             | 8  |
| Лабораторная работа №5. | Алгоритм БПФ по смешанному основанию                         | 4  |
| Лабораторная работа №6  | Быстрое преобразование Хартли                                | 4  |
| Лабораторная работа №7  | Быстрое преобразование Герцеля                               | 4  |
| Итого                   |  | 40 |

Требования к выполнению лабораторных работ:

Содержание отчета

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Исходные данные.
4. Решение поставленной задачи.
5. Вывод по результатам работы.
6. Список использованной литературы.

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.

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.;
- 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, расчетно-графической 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 и экзамена. 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. Перечислите известные Вам теоретико-числовые алгоритмы ЦОС. Дайте их краткую характеристику.
2. Алгоритм Гуда.
3. Графическое представление и параметры гармонического колебания.
4. Представьте периодический сигнал в графическом виде.
5. Опишите все известные Вам формы задания периодического сигнала.
6. Тригонометрическая и комплексная формы ряда Фурье.
7. Спектр периодического сигнала.
8. Проведите гармонический анализ непериодической функции.
9. Спектр непериодического сигнала.
10. Прямое и обратное преобразование Фурье.
11. Комплексная и тригонометрическая формы представления преобразования Фурье.
12. Спектральная плотность. Напишите формулу и поясните смысл.
13. Проведите сравнительный анализ спектральной плотности непериодического сигнала и комплексной амплитуды периодического сигнала и сделайте выводы.
14. Модуль и фаза спектральной плотности.
15. Свойства преобразования Фурье.
16. Используя свойства преобразования Фурье, нарисуйте графики сигналов и их спектров.
17. Вид спектральной плотности  $s(\Omega)$  в зависимости от вида функции  $s(t)$ .
18. Что такое гармоника?
19. Понятие дискретизации сигнала.
20. Теорема Котельникова.
21. Что такое выборка сигнала?
22. Приведите варианты обозначений, используемых для описания дискретных последовательностей.
23. Способы графического изображения дискретных последовательностей.
24. Аналитическое и графическое представление следующих последовательностей:
  - а) цифровой единичный импульс;
  - б) единичный импульс, задержанный на  $n_0$  отсчетов;
  - в) единичный скачок;
  - г) убывающая экспонента;
  - д) косинусоида.
25. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).
26. Свойства ДПФ.

27. Суть алгоритмов быстрого преобразования Фурье.
28. Алгоритмы БПФ по основанию 2.
29. Базовая операция БПФ.
30. Алгоритм БПФ по основанию 2 с прореживанием по времени.
31. Поворачивающие множители. Способы их получения.
32. Алгоритм БПФ с замещением.
33. Особенности алгоритма БПФ с прореживанием по времени.
34. Алгоритм БПФ по основанию 2 и с прореживанием по частоте.
35. Сравните алгоритмы с прореживанием по времени и по частоте. Что у них общего и какие отличия?
36. Вычисление обратного ДПФ с помощью алгоритма прямого ДПФ.
37. Сколько требуется комплексных умножений и сложений для вычисления одного коэффициента ДПФ?
38. Сколько пар операций «умножение – сложение» требует расчет всего ДПФ, содержащего  $N$  коэффициентов?
39. В какой зависимости находятся число операций и размерность ДПФ?
40. При каком условии, касающемся  $N$ , можно ускорить процесс вычисления ДПФ?
41. Каким образом это можно сделать?
42. Как называются такие способы вычисления ДПФ?
43. Известные возможные варианты организации вычислений в зависимости от способа деления последовательности отсчетов на части.
44. Известные возможные варианты организации вычислений в зависимости от того, на сколько фрагментов производится разбиение последовательности на каждом шаге.
45. На какое количество частей можно делить исходную последовательность?
46. От чего зависит степень ускорения вычислений?
47. В каком случае степень ускорения вычислений является максимальной?
48. До каких пор можно продолжать деление последовательностей на 2 части?
49. Сколько операций умножения требуется для расчета ДПФ двухэлементных последовательностей?
50. Оцените число требуемых при этом пар операций «умножение – сложение».
51. Во сколько раз уменьшаются вычислительные затраты при использовании БПФ по сравнению с непосредственным вычислением по формуле прямого ДПФ?
52. Какое ускорение достигается при  $N=1024$ ?
53. Чем отличаются формулы прямого и обратного ДПФ?
54. Что обозначает число, следующее после слова «RADIX» (основание) в названиях алгоритмов БПФ?
55. Преимущества обработки сигналов в СОК.
56. Схема ЦОС в СОК.
57. Какое свойство СОК позволяет осуществлять независимую обработку сигналов в ее каналах?
58. Какое свойство СОК приводит к снижению ошибок округления, уменьшению аппаратных затрат и увеличению быстродействия?
59. Какое значение имеет разрядность двоичных чисел в  $S$ -м канале СОК?
60. Какое свойство СОК предоставляет отличную возможность построения табличной арифметики при ее использовании?
61. От чего зависит значение разрядности  $R$  последовательности двоично-кодированных отсчетов сигнала  $x(kT)$ ?
62. Из каких соображений осуществляется выбор количества каналов и системы модулей СОК?
63. Назначение шифраторов в схеме ЦОС в СОК.
64. Сравните разрядности входных отсчетов сигнала  $x(kT)$  с разрядностью чисел на выходе шифраторов.

65. Для чего нужен дешифратор в схеме ЦОС в СОК?
66. В соответствии с какой теоремой происходит преобразование результатов непозиционной обработки сигналов, полученных в каналах СОК, в выходные отсчеты в позиционном коде?
67. На каких устройствах можно реализовать шифрацию/дешифрацию данных в СОК?
68. Приведите формулу для определения вычета числа в СОК.
69. Этапы синтеза устройств БПФ в СОК.
70. Какие параметры оказывают наибольшее влияние на число каналов БПФ в СОК?
71. От чего зависит разрядность входных чисел?
72. Из каких соображений выбирается разрядность весовых коэффициентов?
73. Основное соотношение для теоретического определения числа каналов СОК.
74. Запишите аналитические выражения для базовых вычислительных операций двух известных вариантов алгоритмов БПФ в СОК.
75. Перечислите способы сокращения аппаратурных затрат в процессе синтеза функциональных модулей БПФ в СОК.
76. Нарисуйте схемы табличных модулей, реализующих операцию «бабочка» в СОК.
77. Схема СБИС для вычисления БПФ на КОС.
78. Вычислительный блок «бабочка» в канале  $NS=5$ .
79. Структурная схема устройства для вычисления  $NS$ -точечного БПФ в СОК.
80. Укажите причину высокого быстродействия индексных БПФ в СОК.

### *7.2. Примерный перечень вопросов к экзамену*

1. Периодический сигнал. Его математическое представление. Примеры периодических сигналов.
2. Китайская теорема об остатках.
3. Схема ЦОС в СОК.
4. Понятие основания алгоритма БПФ.
5. Алгоритм Рейдера.
6. Этапы БПФ в СОК.
7. Непериодический сигнал. Его математическое представление. Спектр непериодического сигнала.
8. Схема и работа поразрядного одномерного вычислителя ДПФ.
9. Понятие вычета СОК.
10. Алгоритм БПФ со смешанным основанием.
10. Прямое и обратное преобразование Фурье.
11. Смысл поразрядной обработки сигнала.
13. Способы решения проблемы возрастания аппаратурных затрат в процессе синтеза функциональных модулей БПФ в СОК.
14. Алгоритм простых множителей.
15. Дискретные сигналы и ДПФ.
16. Тригонометрическая форма ряда Фурье.
17. Многомерный вычислитель ПДПФ.
18. Преобразование по числам Мерсенна.
19. Комплексная форма ряда Фурье.
20. Быстрые алгоритмы по основанию 2.
21. Какие блоки входят в устройство БПФ в СОК?
22. Поразрядная обработка сигналов.
23. Алгоритм Гуда-Томаса.
24. Спектр периодической функции.
25. Сравнительный анализ алгоритмов БПФ, БПФ в СОК и ПДПФ.
26. Базовая операция БПФ.

27. Алгоритм Кули - Тьюки.
28. Периодические и непериодические сигналы и их спектры.
29. Непозиционная обработка сигналов.
30. Схема и работа двумерного устройства ПДПФ.
31. Непозиционные и смешанные системы счисления.
32. Тригонометрическая форма ряда Фурье.
33. Схема ЦОС в СОК.
34. БПФ в СОК. Понятие модулей, каналов и их выбор.
35. Одномерный поразрядный вычислитель ДПФ.
36. Алгоритм Рейдера.
37. Основание алгоритма БПФ и его виды.
38. Модуль и фаза спектральной плотности непериодического сигнала.
39. Вычет числа  $x(kT)$ .
40. Алгоритм Винограда.
41. Какие блоки входят в устройство БПФ в СОК?
42. Схема поразрядного одномерного вычислителя ДПФ.
43. Что означает запись  $\langle x(kT) \rangle_{\text{mod } N}$  ?
44. Суть поразрядных алгоритмов ДПФ.
45. Формулировка китайской теоремы об остатках.
46. Алгоритмы Гуда- Томаса и Кули- Тьюки.
47. Суть быстрой обработки сигналов. Виды быстрых алгоритмов и их сравнительный анализ.
48. ДПФ и ОДПФ.
49. Система остаточных классов.
50. Алгоритм простых множителей.
51. Непозиционная обработка сигналов.
52. Дискретное преобразование Фурье.
53. Схема работы двумерного устройства ПДПФ.
54. Алгоритм простых множителей.
55. Непозиционная обработка сигналов.
56. Дискретное преобразование Фурье.
57. Схема работы двумерного устройства ПДПФ.
58. Непозиционные и смешанные системы счисления.
59. Базовая операция БПФ с прореживанием по времени.
60. Структурная схема устройства для вычисления  $N_S$ -точечного БПФ в СОК.
61. Поразрядные алгоритмы ДПФ (ПДПФ).
62. Схема ЦОС в СОК. Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте.
63. Понятие модуля СОК.
64. Одномерный поразрядный метод вычисления ДПФ.
65. Быстрый алгоритм Винограда.
66. Понятие основания алгоритма БПФ.
67. Многомерный поразрядный метод вычисления ДПФ.
68. Прямое и обратное преобразование Фурье и их свойства.
69. «Бабочка» в СОК.
70. Перечислите блоки, входящие в устройство БПФ в СОК, и их назначение.
71. Одномерный поразрядный метод вычисления ДПФ и структурная схема вычислителя на его основе.
72. Сформулируйте китайскую теорему об остатках.
73. Смысл непозиционного кодирования.
74. Этапы БПФ в СОК.
75. Схема устройства двумерного ПДПФ.
76. Быстрый алгоритм Рейдера.

77. Устройство одномерного ПДПФ.
78. Комплексная форма ряда Фурье.
79. Суть алгоритма БПФ с прореживанием по частоте.
80. СОК и схема ЦОС в СОК.
81. Поразрядное вычисление дискретного преобразования Фурье.
84. Обзор алгоритмов БПФ.
85. Этапы БПФ в СОК.
86. БПФ с прореживанием по частоте.
87. Схема и работа поразрядного одномерного вычислителя ДПФ.
89. Основание алгоритма БПФ.
90. Китайская теорема об остатках.
91. Прямое и обратное преобразование Фурье.
92. БПФ с прореживанием по времени.
93. Этапы многомерного ПДПФ.
94. Устройство вычисления  $N_s$ -точечного БПФ в СОК.
95. Алгоритм Кули-Тьюки.
96. Тригонометрическая форма ряда Фурье.
97. Варианты аппаратурной реализации «бабочки» в СОК.
98. Алгоритмы поразрядного вычисления дискретного преобразования Фурье.
99. Дискретное преобразование Фурье и его свойства.
100. Тригонометрическая форма ряда Фурье.
101. Обзор поразрядных алгоритмов дискретного преобразования Фурье.
102. Устройство БПФ в СОК.
103. Алгоритм БПФ с замещением.
104. Спектры периодических и непериодических сигналов.
105. Алгоритм БПФ с прореживанием по времени.
106. Схема поразрядного одномерного вычислителя ДПФ.
107. Основные преимущества системы счисления в остаточных классах и их использование в ЦОС.
108. Комплексная форма ряда Фурье.
109. Китайская теорема об остатках.
110. Основание алгоритмов быстрого преобразования Фурье.
111. Схема и работа двумерного устройства ПДПФ.
112. Этапы синтеза непозиционных устройств БПФ.

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

- для оценки «отлично» – наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объёме 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.



Разработать 512–точечное устройство БПФ на сигнальном процессоре TMS320C4X.

Разработать 512–точечное устройство БПФ в СОК на сигнальном процессоре TMS320C4X.

Разработать 1024–точечное устройство БПФ на сигнальном процессоре TMS320AV1X.

Разработать 1024–точечное устройство БПФ в СОК на сигнальном процессоре TMS320AV1X.

Разработать 512–точечное устройство БПФ на сигнальном процессоре TMS320AV1X.

Разработать 512–точечное устройство БПФ на сигнальном процессоре TMS320AV1X.

Разработать 1024–точечное устройство БПФ на сигнальном процессоре TMS320AV2X.

Разработать 1024–точечное устройство БПФ в СОК на сигнальном процессоре TMS320AV2X.

Разработать 512–точечное устройство БПФ на сигнальном процессоре TMS320AV2X.

## 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.    | 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. |
| 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.     |

### 8.2. Рекомендуемая дополнительная литература

| № п/п | Наименование   |
|-------|--|
| 1.    | Андреева, А. А. Цифровая обработка сигналов : практикум [для 4 курса направления "Информатика и вычислительная техника"] / А. А. Андреева ; [отв. ред. Л. А. Павлов] ; Чуваш. гос. ун-т им. И. Н. Ульянова. - Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2015. - 126с.                           |
| 2.    | 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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/58892.html">http://www.iprbookshop.ru/58892.html</a> |

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 | <a href="https://www.visualstudio.com/ru/vs/community">https://www.visualstudio.com/ru/vs/community</a> |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 2. | Dev-C++ 5.0 beta 9.2 (4.9.9.2) with Mingw/GCC 3.4.2 | <a href="http://www.bloodshed.net/devcpp.html">http://www.bloodshed.net/devcpp.html</a> |
|----|---|---|

### 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: <a href="https://openedu.ru/">https://openedu.ru/</a>   |
| 2.    | Национальный открытый университет   | URL: <a href="http://www.intuit.ru/studies/courses?service=0&amp;option_id=13&amp;service_path=1">http://www.intuit.ru/studies/courses?service=0&amp;option_id=13&amp;service_path=1</a> |
| 3.    | Тропченко А.Ю. Цифровая обработка сигналов. Методы предварительной обработки [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Теоретическая информатика» / А.Ю. Тропченко, А.А. Тропченко. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2009. — 88 с. | Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/68217.html">http://www.iprbookshop.ru/68217.html</a>   |
| 6.    | Макаренко А.А. Практикум по цифровой обработке сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Макаренко. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2014. — 51 с.   | Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/67568.html">http://www.iprbookshop.ru/67568.html</a>   |

## 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».

## 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 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, 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 «Теория быстрых алгоритмов» (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     | 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.   |
| 2     | 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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/26906.html">http://www.iprbookshop.ru/26906.html</a>                 |
|       | 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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/58892.html">http://www.iprbookshop.ru/58892.html</a> |

**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:<br><a href="https://visualstudio.microsoft.com/ru/free-developer-offers/">https://visualstudio.microsoft.com/ru/free-developer-offers/</a>                                 |
| 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<br><a href="http://www.gnu.org/software/octave/install">http://www.gnu.org/software/octave/install</a><br><a href="http://octave-online.net/">http://octave-online.net/</a> |

Декан факультета

 — А.В. Щипцова