**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию

в области информатики и радиоэлектроники

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования

Республики Беларусь

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.А. Старовойтова

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Регистрационный № ТД-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/тип.

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ПРОГРАММИРОВАНИИ**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине**

**для специальности**

**1-39 03 02 Программируемые мобильные системы**

|  |  |
| --- | --- |
| **СОГЛАСОВАНО**  Председатель Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.А. Богуш  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | **СОГЛАСОВАНО**  Начальник Главного управления профессионального образования Министерства образования  Республики Беларусь  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_С.А. Касперович  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | **СОГЛАСОВАНО**  Проректор по научно-методической работе Государственного учреждения образования «Республиканский  институт высшей школы»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.В. Титович  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | Эксперт-нормоконтролер  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

Минск 2022

**СоставителЬ**:

О.Ч.Ролич, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра интеллектуальных систем Белорусского государственного университета (протокол № 16 от 17.05.2022);

В.Е.Тарасенко, заведующий кафедрой «Технологии и организация технического сервиса» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат технических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 22 от 12.05.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

Ответственный за редакцию: С.С. Шишпаронок

# **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Математические методы в программировании» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-39 03 02 Программируемые мобильные системы в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования I ступени и типового учебного плана вышеуказанной специальности.

Актуальность изучения данной учебной дисциплины заключается в необходимости подготовки квалифицированных специалистов, владеющих: методами прикладного математического анализа и быстрыми алгоритмами цифровой обработки и преобразования многомерных потоков данных мультимедийных устройств и методиками программирования микропроцессоров и управления мультимедийными устройствами, входящими в состав мобильных микропроцессорных систем.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Математические методы в программировании» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: освоение применения прикладных математических методов в задачах программирования, анализа и обработки потоков данных и управления в мобильных микропроцессорных системах.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение знаний в области архитектур и интерфейсов связи мобильных микропроцессорных систем;

овладение базовыми технологиями программирования микропроцессорных систем;

формирование навыков реализации алгоритмов быстрых преобразований Фурье в контексте современных архитектур микропроцессорных систем;

изучение основных алгоритмов анализа и обработки аудио- и видеоданных в масштабе реального времени.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Математические методы в программировании» являются «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Физика», «Основы алгоритмизации и программирования». В свою очередь учебная дисциплина «Математические методы в программировании» является базой для таких учебных дисциплин, как «Теория вероятностей и математическая статистика», «Микропроцессорные устройства для мобильных систем», «Проектирование электронных мобильных систем», «Проектирование программируемых мобильных систем», а также учебных дисциплин компонента учреждения высшего образования «Теория электрических цепей», «Архитектура программируемых мобильных устройств и операционные системы», «Схемотехника электронных устройств».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Математические методы в программировании» формируются следующие компетенции:

*универсальная*: обладать навыками творческого аналитического мышления;

*базовая профессиональная*: применять математические методы при написании компьютерных программ, используемых для решения технических задач.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

*знать:*

принципы функционирования и интерфейсы связи микропроцессорных систем;

базовые технологии программирования микропроцессорных систем;

спектральные и статистические характеристики числовых массивов;

математические модели линейных систем и цифровых фильтров;

математическое обоснование алгоритмов быстрого преобразования Фурье;

методологию реализации алгоритмов быстрого преобразования Фурье и дискретного косинусного преобразования для JPEG в контексте современных архитектур микропроцессорных систем;

спектральные и статистические методы и алгоритмы предварительной обработки аудио- и видеоданных в масштабе реального времени;

*уметь:*

работать с компьютерными пакетами и компиляторами открытого типа, предназначенными для разработки программ и моделирования мобильных микропроцессорных систем;

разрабатывать и отлаживать программы для микропроцессоров с архитектурой ARM Cortex;

управлять периферийными интерфейсами связи микропроцессоров с архитектурой ARM Cortex;

реализовывать алгоритмы быстрого преобразования Фурье и предварительной обработки потока аудио- и видеоданных в контексте архитектуры ARM Cortex;

использовать основные методы встраивания и выделения информации из потоков многомерных числовых массивов;

*владеть:*

навыками работы с инструментами моделирования и программирования мобильных микропроцессорных систем.

Типовая учебная программа рассчитана на 108 учебных часов, из них – 50 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 34 часа, практические занятия – 16 часов.

**ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

| Наименование раздела, темы | Всего аудиторных часов | Лекции | Практические занятия |
| --- | --- | --- | --- |
| Введение | 2 | 2 | - |
| **Раздел 1. Методика программирования современных микропроцессорных систем** | **14** | **12** | **2** |
| Тема 1. Управление портами ввода-вывода общего назначения | 2 | 2 | - |
| Тема 2. Программирование интерфейсов I2C и SPI | 4 | 2 | 2 |
| Тема 3. Управление интерфейсом пользователя | 2 | 2 | - |
| Тема 4. Интерфейсы управления цифровой видеокамерой и аудиокодеком | 2 | 2 | - |
| Тема 5. Управление прямым доступом к памяти и сопроцессором плавающей точки | 2 | 2 | - |
| Тема 6. Обработка прерываний и управление контроллером вложенных векторов прерываний | 2 | 2 | - |
| **Раздел 2. Потоковая цифровая обработка аудиоданных** | **16** | **8** | **8** |
| Тема 7. Алгоритмические основы одномерного Фурье-преобразования | 2 | 2 | - |
| Тема 8. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье | 4 | 2 | 2 |
| Тема 9. Математическая модель линейных систем | 6 | 2 | 4 |
| Тема 10. Математические модели типов импульсной модуляции аудиосигналов | 4 | 2 | 2 |
| **Раздел 3. Цифровая обработка изображений и потоков видеоданных** | **18** | **12** | **6** |
| Тема 11. Принципы формирования, приема и обработки изображений | 6 | 4 | 2 |
| Тема 12. Спектральный анализ изображений | 4 | 2 | 2 |
| Тема 13. Математические методы предварительной обработки изображений | 6 | 4 | 2 |
| Тема 14. Сегментация изображений и выделение контуров | 2 | 2 | - |
| **Итого:** | **50** | **34** | **16** |

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ВВЕДЕНИЕ

Цель и задачи учебной дисциплины, ее содержание и связь с другими учебными дисциплинами специальности.

Раздел 1. Методика программирования современных микропроцессорных систем

Тема 1. Управление портами ввода-вывода   
общего назначения

Понятие и отличия микропроцессора от микроконтроллера. Понятие архитектуры микропроцессора или микроконтроллера. Структура микропроцессора или микроконтроллера. Модель памяти. Система тактирования. Обобщенная методика управления портами ввода-вывода в контексте архитектуры ARM Cortex.

Методика управления портами ввода-вывода общего назначения. Регистры ввода-вывода общего назначения. Структура проекта и функции библиотеки верхнего уровня для управления портами ввода-вывода общего назначения.

Тема 2. Программирование интерфейсов I2C и SPI

Области применения интерфейсов I2C и SPI в контексте мобильных систем. Физический и канальный уровни интерфейсов I2C и SPI. Понятие альтернативной функции. Структура проекта и функции библиотеки верхнего уровня для управления интерфейсами I2C и SPI.

Тема 3. Управление интерфейсом пользователя

Назначение универсального контроллера FMC внешней памяти. Физический и канальный уровни интерфейса FMC. Структура проекта и функции библиотеки верхнего уровня для управления контроллером внешней памяти. Управление дисплеем как устройством внешней статической памяти. Управление контроллером сенсорной панели. Методика проектирования и обработки запросов пользовательского интерфейса.

Тема 4. Интерфейсы управления  
цифровой видеокамерой и аудиокодеком

Принципы функционирования видеокамеры и аудиокодека. Применение интерфейса I2C в управлении видеокамерой и аудиокодеком. Регистровая модель видеокамеры. Регистровая модель аудиокодека. Физический и канальный уровни интерфейса DCMI цифровой видеокамеры. Структура проекта и функции библиотеки верхнего уровня для управления видеокамерой. Физический и канальный уровни интерфейса I2S аудиокодека. Структура проекта и функции библиотеки верхнего уровня для управления аудиокодеком. Форматы данных.

Тема 5. Управление прямым доступом к памяти  
и сопроцессором плавающей точки

Назначение, структура и принцип работы блока DMA прямого доступа к памяти. Методика управления блоком DMA. Функции и структуры библиотеки верхнего уровня для управления DMA. Назначение и регистровая модель сопроцессора FPU плавающей точки. Методика управления FPU.

Тема 6. Обработка прерываний и управление контроллером вложенных векторов прерываний

Назначение, структура и принцип работы контроллера NVIC вложенных векторов прерываний. Методика управления NVIC. Функции и структуры библиотеки верхнего уровня для управления NVIC.

Раздел 2. Потоковая цифровая обработка аудиоданных

Тема 7. Алгоритмические основы  
одномерного Фурье-преобразования

Понятие, физический смысл и свойства дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Программная реализация и анализ ДПФ в контексте архитектуры ARM Cortex-M4. Программная модель обработки аудиоданных в масштабе реального времени.

Тема 8. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье

Математическое обоснование алгоритмов Кули-Тьюки с прореживанием по частоте и по времени. Программная реализация алгоритма Кули-Тьюки быстрого преобразования Фурье (БПФ) в контексте архитектуры ARM Cortex-M4.

Тема 9. Математическая модель линейных систем

Математическое описание линейной системы. Свертка и ее свойства. Алгоритм вычисления свертки. Понятия и взаимосвязь импульсной и переходной характеристик. Передаточная функция и ее связь с импульсной характеристикой. Формулы вычисления отклика линейной системы.

Тема 10. Математические модели  
типов импульсной модуляции аудиосигналов

Математическая модель импульсно-кодовой PCM, частотно-импульсной PDM, широтно-импульсной PWM и фазо-импульсной типов модуляции. Представление произвольного цифрового сигнала в виде широтно-импульсной и частотно-импульсной последовательностей

Раздел 3. Цифровая обработка изображений  
и потоков видеоданных

Тема 11. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ, ПРИЕМА  
И ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Физические основы и математические модели формирования изображений. Роль случайных процессов в формировании изображений. Цветовые системы и модели. Форматы хранения изображений. Алгоритмы вычисления статистических характеристик изображений. Классификация и алгоритмы построения гистограмм изображений.

Тема 12. Спектральный анализ изображений

Дискретное и быстрое двумерное преобразование Фурье. Способы визуализации спектра изображений. Быстрое косинусное преобразование в JPEG. Применение алгоритмов быстрого двумерного преобразования Фурье в контексте архитектуры ARM Cortex-M4.

Тема 13. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Этапы цифровой обработки изображений. Математические методы препарирования изображений: гамма-коррекция, муар-эффект, пороговая обработка, эквализация гистограмм, контрастное масштабирование, линейная и статистическая фильтрация. Программная реализация пороговой обработки потока видеоданных в контексте архитектуры ARM Cortex-M4 в масштабе реального времени.

Тема 14. СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ВЫДЕЛЕНИЕ КОНТУРОВ

Математическое обоснование алгоритмов сегментации изображений. Методы выделения контуров: градиентные (Робертса, Превитта, Собела), оператора Лапласа, согласования. Алгоритмы вычисления метрических характеристик объектов изображений: цепные коды, геометрические и интегральные характеристики. Программная реализация алгоритмов выделения контуров и сегментации изображений в контексте архитектуры ARM Cortex-M4.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### ЛИТЕРАТУРА

###### ОСНОВНАЯ

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – Москва : Техносфера, 2005 – 1072 с.
2. Тропченко, А. Ю. Цифровая обработка сигналов. Методы предварительной обработки / А. Ю. Тропченко, А. А. Тропченко. – Санкт-Петербург : СПбГУ ИТМО, 2009. – 100 с.
3. Смит, С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников / С. Смит ; пер. с англ. А. Ю. Линовича, С. В. Витязева, И. С. Гусинского. – Москва : Додэка-ХХI, 2012. – 720 с.
4. Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Simulink / А. И. Солонина. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2012. – 432 с.
5. Матвеев, Ю. Н. Цифровая обработка сигналов / Ю. Н. Матвеев, К. К. Симончик, А. Ю. Тропченко, М. В. Хитров. – Санкт-Петербург : СПбНИУ ИТМО, 2013. – 166 с.
6. Гетманов, В. Г. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В. Г. Гетманов. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – 232 с.
7. Ильин, А. А. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов : учебное пособие / А. А. Ильин, В. С. Титов, Е. В. Евсюков. – Тула : Издательство ТулГУ, 2004. – 125 с.
8. Приоров, А. Л. Цифровая обработка изображений : учебное пособие / А. Л. Приоров, И. В. Апальков, В. В. Хрящев. – Ярославль : ЯрГУ, 2007. – 235 с.
9. Яне, Б. Цифровая обработка изображений / Б. Яне. – Москва : Техносфера, 2007. – 584с.
10. Ролич, О. Ч. Основы автоматики в электроэнергетике : учебное пособие / О. Ч. Ролич, Ю. А. Сидоренко, А. Г. Сеньков. – Минск : Беларусь, 2011. – 191 с.
11. Бугров, В. Н. Цифровая обработка сигналов с применением цифровых сигнальных процессоров / В. Н. Бугров, Д. Н. Ивлев, Е. И. Шкелев. – Нижний Новгород : Нижегородский госуниверситет, 2012. – 84 с.
12. STM32F407xx [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://datasheet.octopart.com/STM32F405RGT6-STMicroelectronicsdatasheet 10836202.pdf. – Дата доступа: 16.05.2022.

Дополнительная

1. Голицына, О. Л. Языки программирования : учебное пособие / О. Л. Голицына, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – Москва : ФОРУМ, 2010. – 400 с.
2. Макаров, Е. Г. Mathcad : учебный курс. – Санкт-Петербург : Питер, 2009. – 384 с.
3. Охорзин, В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD / В. А. Охорзин. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 352 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И

ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

элементы дистанционного обучения с использованием электронных образовательных ресерсов при подготовке к экзамену, коллоквиуму, практическим занятиям;

письменные контрольные работы и индивидуальные задания;

выполнение индивидуальных заданий;

подготовка выступлений по разработанной студентом теме;

решение проблемных (творческих) задач, предполагающих неформализованный ответ.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовым учебным планом по специальности 1-39 03 02 Программируемые мобильные системы в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Математические методы в программировании» рекомендуется экзамен. Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студента могут использоваться следующие формы:

устный опрос;

собеседование;

коллоквиум;

письменные контрольные работы;

защита рефератов;

защита индивидуальных заданий;

текущие опросы по отдельным разделам (темам) учебной дисциплины;

критериально-ориентированные тесты по отдельным разделам (темам) учебной дисциплины;

выступление студента по разработанной им теме;

решение проблемных (творческих) задач, предполагающих неформализованный ответ.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;

элементы учебно-исследовательской деятельности, творческий подход, реализуемые на практических занятиях;

элементы дистанционного обучения с использованием электронных образовательных ресурсов при подготовке к коллоквиуму, практическим занятиям.

Примерный перечень ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Логический анализ интерфейсов I2C, SPI, I2S.
2. Схемы четырех- и восьмиточечных БПФ с разложением Тейлхеймера.
3. Передаточные функции линейных фильтров.
4. Вычисление отклика линейного звена на основе переходной и импульсной характеристик.
5. Сигма-дельта АЦП и PDM-фильтрация числовых массивов.
6. Моделирование процессов формирования изображений.
7. Спектрально-статистический анализ изображений.
8. Препарирование изображений.

Примерный перечень компьютерных программ

( *необходимого оборудования, наглядных пособий и т. п.)*

1. Microsoft Windows.
2. Java Runtime Environment.
3. Eclipse Juno, cdt-master-8, org.eclipse.cdt.cross.arm.gnu.
4. GNU ARM Tools Embedded: gcc-arm-elf, gcc-arm-none-eabi.
5. STM32 ST-LINK Utility.
6. ST-LINK\_gdbserve.r
7. Winavr-20100110-install.
8. Image2LCD.
9. MathCAD 14 / 15.
10. Proteus 8.