

щегося. Никакие высокотехнологичные средства не смогут заменить очного преподавания. Они только расширяют его возможности.

#### Литература

1. Изосимова, Т.Н. Образовательный Internet-ресурс «Проектирование аппаратно-программных вычислительных средств» для самостоятельной работы студентов / Т.Н.Изосимова, С.В.Мулярчик // Управление качеством высшего образования в условиях перехода к двухступенчатой системе подготовке кадров: Материалы межд. науч.-практ. конф., Минск, 6-7 июня 2007 г./– Минск.: БГУ, 2007. – С. 246-249.
2. Изосимова, Т.Н. Использование инновационных технологий в обучении декларативным языкам программирования / Т.Н. Изосимова, Л.В. Рудикова // Высшая школа: проблемы и перспективы: Материалы 8-й межд. науч.-метод. конф.: – Минск: РИВШ, 2007. – С. 358-360.
3. Рудикова, Л.В. Интернет-комплекс поддержки учебного процесса для магистрантов и аспирантов в рамках курса «Основы информационных технологий» / Л.В. Рудикова, Т.Н. Изосимова, Ю.Э. Заяц // Современные информационные компьютерные технологии: сб. науч. ст.: в 2 ч. / ГрГУ им. Я.Купалы;– Гродно: ГрГУ, 2008. – Ч. 1. – С. 198-202.

УДК 341:17

### **АЛГОРИТМЫ УСКОРЕННОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

**В.И. Кондаков, С.А. Зайкова**

УО “Гродненский государственный аграрный университет”

УО “Гродненский государственный университет им. Янки Купалы”

г. Гродно, Республика Беларусь

Разработана лабораторная работа “Упрощенная двоичная арифметика для преобразования с числами Ферма”, позволяющая студентам физико-технических специальностей ВУЗов ознакомиться с понятиями теории чисел. Ключевыми понятиями при выполнении работы являются свертка и преобразование с числами Ферма.

A laboratory work "A simplified binary arithmetic for the conversion of Fermat numbers" at the rate of digital signal processing, which allows students to get acquainted with the concepts of number theory. The key concepts in the performance of the work are the convolution and the transformation of number of farms.

Современный выпускник ВУЗа обязан быть компетентным в области изучения теории информации и компьютерной обработке данных [1]. В данной статье рассмотрена возможность ознакомления студентов физических специальностей с основами теории чисел, необходимыми для понимания алгоритмов, обучения принципам и применению идей теории чисел в работе инженеров.

В настоящее время предложено несколько новых типов алгоритмов, предназначенных для использования в области цифровой обработки сигналов, в которых можно разобраться и написать по ним специализированные программы, только располагая знаниями в элементарной теории чисел. В данной статье разработана лабораторная работа для демонстрации идеи теории чисел при получении алгоритмов вычислений в двух наиболее важных направлениях обработки информации: в вычислении свертки и дискретном преобразовании Фурье (ДПФ).

Одним из ключевых понятий для преобразования с числами Ферма является свертка. Структура преобразований, обладающих свойством свертки, заключается в том, что преобразование циклической свертки двух последовательностей равно произведению их преобразований. Класс рассматриваемых здесь преобразований – это множество линейных невырожденных обратимых преобразований, которые отображают одну последовательность длины  $N$  в другую последовательность длины  $N$ .

Структура дискретного преобразования Фурье (ДПФ) является единственной структурой, обладающей свойством циклической свертки. Кроме того, любое преобразование, имеющее структуру аналогичную ДПФ, будет обладать свойством циклической свертки [2]. Такое преобразование имеет быстрый алгоритм вычисления, подобный быстрому преобразованию Фурье (БПФ), если  $N$  является составным.

В поле комплексных чисел ДПФ при  $\alpha = e^{-j2\pi/N}$  является единственным преобразованием, обладающим свойством циклической свертки. Но в конечном поле или, в общем случае, в кольце также могут существовать преобразования со свойством циклической свертки, если только существуют корень из единицы порядка  $N$  и элемент  $N^{-1}$ . Так как на практике входные данные представляются с некоторой конечной точностью, эти данные можно рассматривать как целые числа, ограниченные сверху некоторым предельным значением.

Чтобы вычислить свертку таких цифровых последовательностей операции, определенные в поле комплексных чисел, непрерывном по своей природе, можно имитировать в конечном поле или, в более общем случае, в конечном кольце с операциями сложения и умножения по модулю некоторого целого числа  $F$ ; при этом целое число  $\alpha$  порядка  $N$  заменяем  $e^{-j2\pi/N}$ , используемым в ДПФ. В этом кольце при свертке двух последовательностей целых чисел  $x(n)$  и  $h(n)$  выходная последовательность  $y(n)$  сравнима со сверткой  $x(n)$  и  $h(n)$  по мо-

дулю  $F$  [3].

В кольце целых чисел с операциями по модулю  $F$  обычные целые числа могут быть представлены однозначно, если их абсолютное значение меньше  $F/2$ . Если масштаб входных последовательностей  $x(n)$  и  $h(n)$  целых чисел выбран таким образом, что  $|y(n)|$  никогда превысит  $F/2$ , то можно получить одинаковые результаты при вычислении свертки в кольце целых чисел с операциями по модулю  $F$  и с обычной арифметикой.

В большинстве приложений, связанных с цифровой фильтрацией, последовательность  $h(n)$  представляет собой импульсную характеристику и известна заранее, обычно известна также максимальная амплитуда входного сигнала. В этой ситуации максимальная амплитуда входного сигнала ограничена.

При переходе от непрерывных во времени сигналов к дискретным операцией временной дискретизации в частотной области возникает эффект наложения спектров, поскольку все частоты следует рассматривать взятыми по модулю частоты дискретизации. Аналогичное явление возникает том случае, когда осуществляется амплитудное квантование, а свертка вычисляется в области целых чисел с операциями по модулю целого числа  $F$ . Иначе говоря, имеют место искажения амплитуд, которых можно избежать.

Для того чтобы теоретико-числовые преобразования были более привлекательными (по сравнению с БПФ) при вычислении свертки, они должны быть эффективными с вычислительной точки зрения. Предъявляются три требования к таким преобразованиям. *Во-первых*,  $N$  должно быть существенно составным (предпочтительно степенью 2) для того, чтобы существовал быстрый алгоритм, аналогичный БПФ. *Во-вторых*, так как умножение комплексных чисел при вычислениях БПФ требует больших затрат машинного времени, важно, чтобы умножение на степень  $\alpha$  было достаточно простой операцией. Это возможно, если степени  $\alpha$  имеют немного разрядов в двоичном представлении; предпочтительно также, чтобы оно было степенью двух, поскольку в этом случае умножение на степень  $\alpha$  сводится к сдвигу слова. *В-третьих*, для того чтобы упростить арифметические операции по модулю  $F$ ,  $F$  в двоичном представлении также должно иметь небольшое количество разрядов.

Числа Ферма представляются оптимальными в том смысле, что они соответствуют преобразованиям, имеющим длину, представляющую практический интерес при умеренной длине кодового слова. Бу-

дем считать подходящими числа  $F_t = 2^b + 1$ ,  $b = 2^t$ ,  $t$  - положительное целое число.

Арифметические операции по модулю  $F_t$  могут быть выполнены с помощью  $b$ -разрядных двоичных чисел. Количество разрядов, используемых для представления сигнала и коэффициентов фильтра, определяет выбор значения  $b$ , которое необходимо использовать во избежание появления ошибок на выходе из-за переполнения. Если значение  $b$ , полученное из условия отсутствия переполнения, не является степенью 2, то, для того чтобы можно было использовать числа Ферма, его необходимо увеличить до ближайшей степени 2. При выполнении некоторых условий с помощью преобразований с числами Ферма (ЧПФ) может быть вычислена свертка двух целочисленных последовательностей длины  $N$ .

Для задач цифровой фильтрации наибольшую практическую ценность представляют составные числа Ферма  $F_5 (b = 32)$  и  $F_6 (b = 64)$ . В настоящее время доказано, что для этих чисел Ферма максимальная возможная длина преобразования равна  $2^{t+2} = 4b$ . Базисными функциями для преобразования с числами Ферма являются целочисленные показательные функции по модулю  $F_t$ , в отличие от комплексных показательных функций, характерных для ДПФ. Эти целочисленные показательные функции после достижения значения  $F_t / 4$  свертываются. Конечный результат вычисления свертки будет точным, если входные сигналы соответствующим образом ограничены. ЧПФ временной последовательности чисел  $x(n)$  определяется как

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)\alpha^{nk} \bmod F_t, k = 0, 1, \dots, N-1, \quad (1)$$

где  $N$  - это длина последовательности,  $\alpha$  - корень из единицы порядка  $N$  и  $\bmod F_t$  - модуль преобразования, определяющий конечное поле или кольца целых чисел.

При соответствующем выборе значений  $\alpha, N, F_t$  на практике могут быть использованы алгоритмы типа БПФ, в которых каждое умножение осуществляется путем сдвига двоичного слова и вычитания.

Метод точного вычисления ЧПФ и его реализация сводится к естественному двоичному взвешиванию с возможными значениями разрядов  $\pm 1$ . Этим методом нуль представляется двоичной записью

числа  $2^b$  (при  $b=4$  0 представляется как 10000), причем  $(b+1)$  и разряд используется только для представления 0. Такое представление чисел дает возможность построить двоичную арифметику по модулю  $F_t$ , позволяющую получать отрицательные числа, осуществлять сложение и умножение на целочисленные степени 2.

В процессе выполнения студентами лабораторной работы вычисление свертки с использованием ЧПФ осуществляется программно с помощью специализированных математических пакетов.

#### Литература

1. Сюрин В.Н., Зайкова С.А. Числовые методы в цифровой обработке сигналов: Учебное пособие. – Гродно: ГрГУ им. Янки Купалы, 2004.
2. Макклеллан Дж.Г., Рейдер Ч.М. Применение теории чисел в цифровой обработке сигналов: Пер. с англ. / Под ред. Ю.И. Манина. – М.: Радио и связь, 2003.
3. Системы параллельной обработки: Пер. с англ. / Под ред. Д. Ивенса. – М.: Мир, 2005.

УДК 811.112.2

### **О ПРОБЛЕМЕ АНГЛИЦИЗМОВ В СОВРЕМЕННОМ НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКЕ**

**А.Г. Кот, А.И. Лещук**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь

В данной статье рассматривается проблема англицизмов в современном немецком языке. В конце XX – начале XXI столетия на немецких граждан обрушилось огромное количество заимствований из английского языка, причем различного вида, в различных проявлениях и в различные сферы жизнедеятельности немецкого общества. При группировке англицизмов образовалось 13 разделов, в которых немецкий язык заменен огромным количеством английских слов.

This article is about the problem of Anglicisms in modern German language. In the end of XX – beginning XXI century on German citizens has befallen the large amounts of loanwords from English language, in various kind, occurrences and branches of life activity German's society. So I organized 13 parts of Anglicisms, where German language is changed by large amounts of English words.

Тенденция к интеграции в современном мире приводит к тому, что в культурах разных стран появляется все больше общих черт и постепенно стираются различия. Данная тенденция свойственна и для языка, который чутко воспринимает все изменения в жизни общества и соответственно этому обогащается лексическими заимствованиями.

Как известно, процесс обновлений в лексике посредством заимствований происходит постоянно, но есть периоды в развитии языка,