

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.942

В. А. БАДРЫЗЛОВОмский государственный
технический университет

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И КАЛИБРОВКА ГРАФОВ МНОГОСВЯЗНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Рассмотрены вопросы идентификации фрагмента социальной сети Твиттер и построения модели, идентичной по распределению степени связности вершин.

Ключевые слова: случайный граф, большие сетевые структуры, модель.

Введение. Многие изучаемые различными естественными и социальными науками объекты могут быть представлены в виде графа. Так, например, виртуальные компьютерные сети в информатике, социальные сети в социологии, энергетические сети в электроэнергетике, сети автомобильных дорог и многие другие объекты представляются в виде больших сетевых структур и поэтому совершенно оправданно применение теории графов к моделированию и исследованию этих разнообразных сетевых структур.

Вопросами моделирования сетевых структур в виде графов начали заниматься достаточно давно. В 1959 году венгерские математики П. Эрдеш и А. Реньи предложили случайные графы для моделирования сетей. Важной особенностью таких графов-моделей, отличающих их от других графов, является необходимость учета стохастического характера сетевых структур, которые являются «живыми» объ-

ектами, постоянно меняются, прирастают новыми элементами, случайным образом между узлами сети возникают новые связи. Именно поэтому графы называются случайными.

С момента появления больших сетей из десятков и сотен тысяч узлов, позднее, вслед за П. Эрдешем и А. Реньи, предлагались различные случайные графы: Уотса – Строгатца (1998 год), Барабаша-Альберта (1999 год) и др. Наиболее перспективным путем моделирования сетевых структур является использование для этой цели случайных графов предпочтительного связывания. Однако случайные графы предпочтительного связывания являются наиболее сложными для построения, теория случайных графов предпочтительного связывания находится на этапе становления. Вопросы теории случайных графов предпочтительного связывания рассмотрены в работах В. Н. Задорожного [1, 2] в 2010–2012 годах, в которых, в частности, предлагается метод калиб-

Характеристики сетей, участвовавших в исследовании

Название сети	Количество вершин N	Количество ребер E	Средняя степень вершин $m = E/N$
Сеть ссылок веб-страниц (GOOGLE)	875713	5105039	5,83
Сеть товаров интернет-магазина Amazon	262111	1234877	4,71
Сеть маршрутизаторов Интернет	124651	207217	1,66
Сеть адресов электронной почты	36692	367662	10,02
Сеть автономных систем Интернет	22963	48436	2,11
Сеть пользователей программы PGP	10680	24340	2,28
Фрагмент сети Твиттер	3500	94357	26,96

ровки графовых моделей сетей по эмпирическому распределению степени связности вершин.

Можно отметить перспективность вопросов моделирования сетей с использованием случайных графов. Адекватная модель реальной сети может помочь в ряде аспектов исследования: определение существенных характеристик сети, изучение степени устойчивости к внешним воздействиям, перспективы роста и развития, исследование скорости распространения информации по сети и др.

Постановка задачи. Реально существующая сеть как «живой» и постоянно развивающийся объект крайне сложна для исследования. Обычно удается получить информацию о такой сети в виде набора некоторым образом обозначенных узлов сети и связей между ними на определенный момент времени. Этот набор узлов и связей совершенно естественным образом представляется в виде графа, где узлы — вершины графа, связи между ними — ребра. Однако визуально этот граф изобразить невозможно в силу его масштабности, кроме того, реальный граф постоянно меняется.

Для целей исследования и моделирования реальной сети пытаются построить случайный граф по определенному алгоритму таким образом, чтобы граф-модель обладал такими же основными свойствами, что и граф реальной сети. Построенная модель должна быть реализована на компьютере, чтобы можно было имитировать рост сети, ее устойчивость к внешним воздействиям, решать другие задачи.

Задача построения графа-модели сводится к решению ряда вопросов:

- выбор вида случайного графа для построения модели (Эрдеша — Реньи, Уотса — Страттца, Барабаши-Альберт, случайного графа предпочтительного связывания, других известных классов графов);
- идентификация существенных структурных характеристик графа реальной сети (распределение степеней связности вершин графа, коэффициент кластеризации и др.);
- выбор программного средства, языка программирования (моделирования), способного обеспечить построение модели, другими словами — разработка генератора графа-модели;
- калибровка генератора — поиск таких параметров генерации, которые обеспечивают идентичность выбранных структурных характеристик графа реальной сети и графа-модели.

Как показали исследования, методы калибровки, рассматриваемые в работах [1, 2], не обеспечивают удовлетворительных результатов для некоторых графов сетей и необходима корректировка этих базовых методов.

Граф фрагмента социальной сети Твиттер и его особенности. Можно отметить, что рассматриваемые в работах [1, 2] сети являются малосвязными — количество ребер, исходящих из одной вершины графа к другим вершинам достаточно мало (менее 10). В табл. 1 представлены характеристики этих сетей. Именно на таких малосвязных сетях был опробован метод калибровки, описанный в статье [1]. Будем в последующем называть графы этих сетей прототипами, имея в виду, что указанные графы явились основой для тестирования метода калибровки.

В продолжении исследований социальных сетей был рассмотрен фрагмент социальной сети Твиттер [3], характеристики графа этой сети также представлены в табл. 1.

Основные структурные характеристики графа фрагмента сети Твиттер следующие:

- число вершин $N = 3500$;
- число ребер графа $R = 94357$;
- средняя степень вершин $m = 27$;
- среднее число ребер в приращении $k = 54$;
- максимальная степень вершины равна 434.

Граф фрагмента сети Твиттер по сравнению с ранее рассмотренными графами имеет следующие особенности:

- граф существенно более насыщен связями, чем графы-прототипы: средняя степень вершин графа сети Твиттер равна 27, в то время как у прототипов средняя степень равна 2–10;
- в графе фрагмента сети Твиттер очень мал удельный вес вершин со степенью связности 1. У сети Твиттер таких малосвязных вершин только 3 %, в то время как в прототипах 30–40 % вершин имеют степень 1;
- используемое для калибровки модели эмпирическое распределение степеней связности фрагмента сети Твиттер характеризуется большими стохастическими погрешностями.

Указанные отличия усложняют процесс калибровки графа.

В табл. 2 в качестве примера сопоставлены распределения степеней связности вершин графа фрагмента сети Твиттер и графа сети маршрутизаторов Интернет, полученных в предшествующих исследованиях [1, 2].

Базовый метод калибровки. На первом этапе калибровки определяется закон распределения числа ребер, инцидентных каждой новой генерируемой вершине в графе-модели, поскольку на каждом шаге генерации вершин в графе-модели может возникать произвольное число ребер, инцидентных этой новой вершине и связанных с уже существующими вершинами.

Таблица 2
Сравнение распределения степеней связности вершин графов

Степень вершины k	Фрагмент сети Твиттер		Сеть автономных систем Интернет	
	Количество вершин n_k	Вероятность Q_k появления вершины степени k	Количество вершин n_k	Вероятность Q_k появления вершины степени k
1	107	0,0305	7840	0,3414
2	101	0,0288	9700	0,4224
3	76	0,0217	2219	0,0966
4	95	0,0271	907	0,0395
5	73	0,0208	471	0,0205
6	64	0,0182	290	0,0126
7	77	0,0220	200	0,0087
8	74	0,0211	173	0,0075
9	64	0,0183	132	0,0057
10	61	0,0174	113	0,0049

Таблица 3
Распределение числа генерируемых ребер приращения $\{r_k\}$

Число ребер k	Вероятность r_k	Число ребер k	Вероятность r_k	Число ребер k	Вероятность r_k
0	0,000000000	16	0,01285714	31	0,01000000
1	0,03057143	17	0,01542857	32	0,01200000
2	0,02885714	18	0,01571429	33	0,01200000
3	0,02171429	19	0,01200000	34	0,00828571
4	0,02714286	20	0,01400000	35	0,01028571
5	0,02085714	21	0,01257143	36	0,00542857
6	0,01828571	22	0,01257143	37	0,00857143
7	0,02200000	23	0,01085714	38	0,00800000
8	0,02114286	24	0,01342857	39	0,00800000
9	0,01828571	25	0,01485714	40	0,00742857
10	0,01742857	26	0,01342857	41	0,00800000
11	0,01485714	27	0,01371429	42	0,19657143
12	0,01857143	28	0,01114286	43	0,19914286
13	0,01914286	29	0,00885714		
14	0,01971429	30	0,01200000		

Каждое приращение представляет собой вершину со случайным числом x инцидентных ей ребер. Случайная величина x имеет дискретное распределение вероятностей $\{r_k\}$. Вероятность

$$r_k = P(x=k) \geq 0 \text{ при } g \leq k \leq h,$$

где k — количество ребер в приращении, $g \geq 1$ (минимальное количество ребер в приращении), $h \leq M$ (максимальное число ребер в приращении, не большее чем конечное число вершин в существующем графе).

Должно выполняться правило — $\sum_{k=g}^h r_k = 1$. Тогда

среднее число ребер m в приращении также конечно:

$$m = \langle x \rangle = \sum_{k=g}^h k r_k < \infty.$$

Базовый метод позволяет получить распределение вероятностей, представленное в табл. 3.

На втором этапе калибровки графа находятся веса f_k вершин графа, определяющие правило предпочтительного связывания. Вес f_k вершины, имеющей степень k , определяет вероятность того, что очередная сгенерированная вершина графа соединится с данной вершиной. Вероятность p_i привязки новой вершины графа к существующей i -й вершине в зависимости от степени связности k_i этой вершины:

$$p_i = f(k_i) / \sum_j f(k_j).$$

Функция f_k определяет вид зависимости вероятности от степени связности вершины.

Базовый метод позволил определить фиксированные веса f_1, \dots, f_{43} и общую формулу последующих весов в виде $f_k = ck$ при $c = 5,7347$ для $k \geq 44$. Полученная зависимость весов от степени связности вместе с вероятностями r_1, \dots, r_{43} является результатом калибровки генератора с нелинейным правилом предпочтительного связывания и стохастическим приращением ребер.

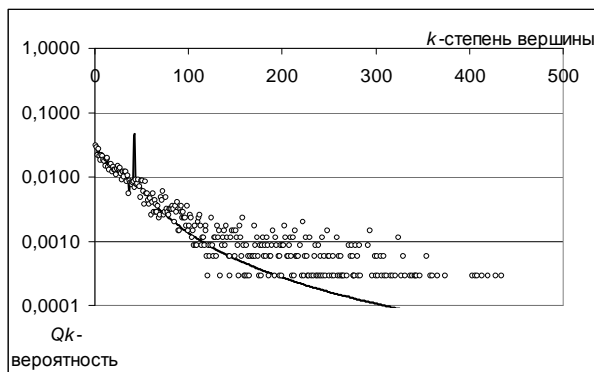


Рис. 1. Распределение степени вершин (логарифмическая шкала вероятностей): сплошная линия — расчетные значения, маркеры — эмпирические значения

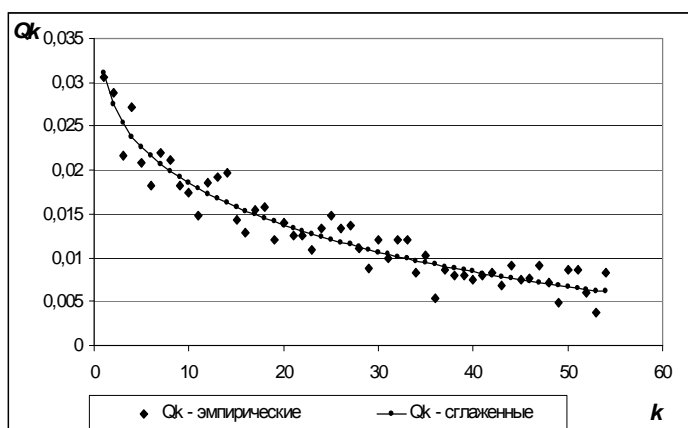


Рис. 2. Сглаживание эмпирических данных

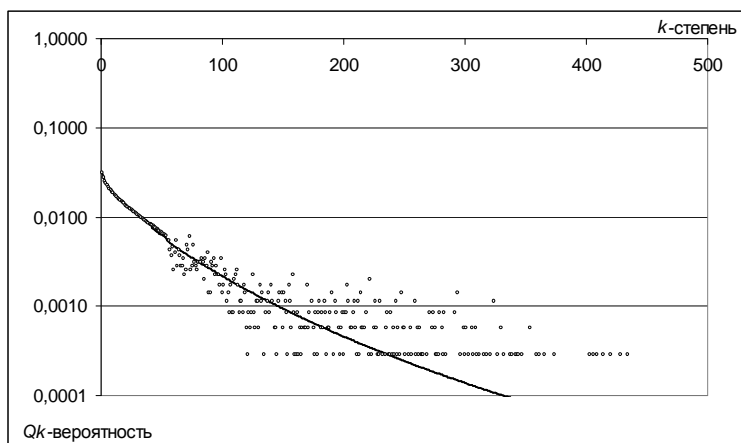


Рис. 3. Распределение степени вершин (логарифмическая шкала вероятностей): сплошная линия — расчетные значения, маркеры — эмпирические значения

Метод предварительного сглаживания эмпирического распределения. Калибровка графа фрагмента сети Твиттер базовым методом, предложенным в [1], не дает удовлетворительных результатов. На рис. 1 показан один из результатов применения метода к графу фрагмента сети Твиттер.

Хорошо заметны отличия расчетных вероятностей от эмпирических данных для степени вершин k , равных 45–50. Подобное расхождение объясняется высоким коэффициентом вариации оценок Q_k для фрагмента сети Твиттер, в то время как у графов-прототипов, наоборот, начало ряда оценок Q_k имеет

высокую точность и соответствует установившимся стационарным вероятностям Q_k [2].

Для более качественного подбора параметров калибровки предлагается:

1. Заменить эмпирические оценки распределения степеней связности Q_1, \dots, Q_{54} оценками, полученными по правилу: $Q' = a_0 k^{a_1} e^{a_2 k}$.

2. Искать функцию предпочтения $f(k)$ в виде $f(k) = c_0 + c_1 k$.

Выполненное сглаживание эмпирических оценок распределения степени связности для малых значений k имеет вид:

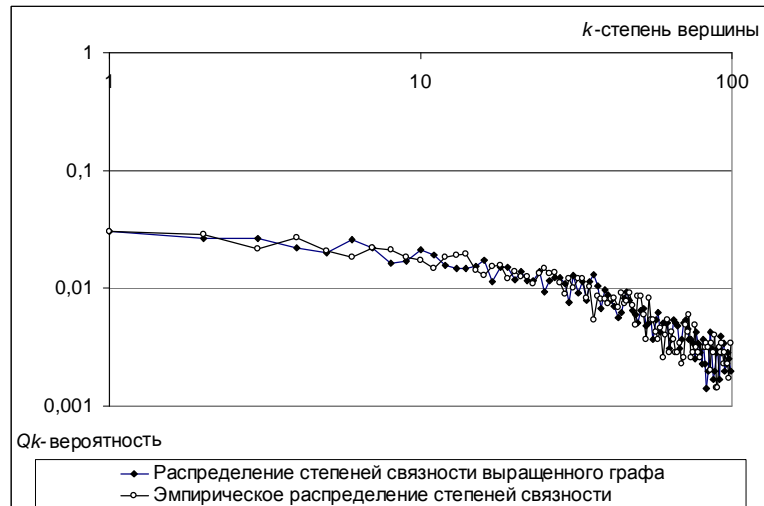


Рис. 4. Сопоставление распределения степеней связности графов

$$Q_k' = 0,03166k^{-0,1487} e^{-0,0194k}, k \leq 43.$$

Результаты сглаживания эмпирических оценок представлены на рис. 2.

Функция предпочтения имеет вид $f(k) = 40,32754 + 0,222566k$, и результат калибровки графа фрагмента сети Твиттер с применением предварительного сглаживания представлен на рис. 3.

По результатам калибровки графа модифицированным методом построен случайный граф-модель, обладающий распределением степени связности вершин, близким к распределению степени связности исходного графа. На рис. 4 выполнено сопоставление распределения степеней.

Выводы. Методика сглаживания эмпирического распределения степени связности позволяет генерировать случайный граф с нелинейным правилом предпочтительного связывания, у которого распределение степени связности идентично распределению степени связности графа фрагмента сети Твиттер. Эту методику можно использовать для калибровки графов сетей, насыщенных связями и с большой стохастической погрешностью.

Библиографический список

1. Задорожный, В. Н. Случайные графы с нелинейным правилом предпочтительного связывания / В. Н. Задорожный // Проблемы управления. — 2010. — № 6. — С. 2–11.
2. Задорожный, В. Н. Структурные свойства безмасштабного графа Барабаши-Альберт / В. Н. Задорожный, Е. Б. Юдин // Автоматика и телемеханика. — 2012. — № 4. — С. 131–150.
3. Граф фрагмента сети Твиттер [Электронный ресурс]. — URL: <http://wiki.gephi.org/index.php/Datasets> (дата обращения: 18.04.2013).

БАДРЫЗЛОВ Владимир Александрович, аспирант кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления», старший преподаватель кафедры «Организация и управление наукоемкими производствами».

Адрес для переписки: v_bad@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 03.12.2013 г.

© В. А. Бадрызов

Книжная полка

Данилова, О. Т. Представление информации в цифровых устройствах : учеб. пособие / О. Т. Данилова, Б. Д. Женатов ; ОмГТУ. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. — 181 с. — ISBN 978-5-8149-1625-9.

Приводятся основные сведения, необходимые для проведения контрольных работ по темам: «Перевод чисел из одной системы счисления в другую», «Представление десятичных чисел различными двоичными кодами», «Представление двоичных чисел в разных форматах», «Двоичная арифметика», а также задания для выполнения самостоятельных и контрольных работ по указанным темам. Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения специальностей: 090104.65 «Комплексная защита объектов информатизации», 090915.65 «Безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере», 210701.65 «Инфокоммуникационные технологии и системы специальной связи», направлений бакалавриата 090900.62 «Информационная безопасность», 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РАСКЛАДОВ НА ОВЧИННО-ШУБНЫХ ПОЛУФАБРИКАТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ПРЕДИКАТОВ

Исследования направлены на повышение эффективности процесса проектирования изделий из шубной овчины путем совершенствования его наиболее сложного и трудоемкого этапа раскроя полуфабрикатов. Выявлены и систематизированы требования к проектированию раскладок. Использование теории предикатов позволило представить требования в виде ряда ограничений. Разработан алгоритм процесса проектирования рациональных раскладок на овчинно-шубных полуфабрикатах.

Ключевые слова: овчинно-шубный полуфабрикат, требования к раскладке, рациональная раскладка, процесс раскроя, предикат, алгоритм.

Шубная овчина благодаря своим уникальным свойствам издавна является превосходным материалом для зимней и демисезонной одежды. В нашей стране изделия из овчины в силу особенностей климатических условий имеют исключительную важность. Разнообразие таких изделий, их необычная окраска, оригинальная отделка все больше привлекают к себе внимание потребителей. Следовательно, актуальными являются работы, направленные на совершенствование технологических процессов производства изделий из овчинно-шубных полуфабрикатов.

Процесс проектирования изделий из шубной овчины является многоэтапным. Одним из наиболее сложных и требующих опыта исполнителей этапов является процесс проектирования раскладок на овчинно-шубных полуфабрикатах. Сложность данного процесса определена тем, что практически все работы выполняются вручную, так как вопросам автоматизации в этой области не уделено должного внимания. Кроме этого, в процессе проектирования раскладок нужно одновременно учитывать особенности топографии полуфабрикатов; наличие пороков волосяного покрова и кожевой ткани; требования к расположению основных, дополнительных деталей и их частей. От того, насколько профессионально выполнены эти виды работ, зависит степень рационального использования дорогостоящих полуфабрикатов.

Данная работа направлена на выявление и систематизацию требований, предъявляемых к проектированию рациональных раскладок на овчинно-шубных полуфабрикатах. Систематизацию многочисленной информации позволит обеспечить использование теории предикатов для описания отдельных требо-

ваний к проектированию раскладок в виде ряда ограничений.

Предикат является свойством отдельного предмета в узком смысле, в широком смысле — свойством пары, тройки, n -го количества предметов (переменных). Предикат от n переменных выражается формулой $P(x_1, \dots, x_n)$. При $n=1$ предикат будет свойством в узком смысле, то есть одноместным предикатом, при $n=2$ — свойством «пары» (двухместным), при $n=3$ — свойством «тройки» (трехместным) [1].

Определенным на множествах M_1, M_2, \dots, M_n n -местным предикатом называется совокупность переменных x_1, x_2, \dots, x_n , превращающихся в высказывание при подстановке вместо этих переменных любых конкретных элементов из множеств M_1, M_2, \dots, M_n соответственно. Для n -местного предиката используется название переменных x_1, x_2, \dots, x_n — предметные, а элементы множеств M_1, M_2, \dots, M_n , которые эти переменные пробегают, названы конкретными предметами. Всякий n -местный предикат $P(x_1, x_2, \dots, x_n)$, определенный на множествах M_1, M_2, \dots, M_n , представляет собой функцию n аргументов, заданную на указанных множествах и принимающую значения в множестве всех высказываний.

Применяя теорию предикатов для процесса проектирования рациональной раскладки лекал изделия на овчинно-шубных полуфабрикатах, получаем, что рациональной является такая раскладка, при которой предикат будет тождественно истинным. Предикат $P(x_1, x_2, \dots, x_n)$, заданный на множествах M_1, M_2, \dots, M_n , называется тождественно истинным. При любой подстановке вместо переменных x_1, x_2, \dots, x_n любых

конкретных предметов a_1, a_2, \dots, a_n из множеств M_1, M_2, \dots, M_n соответственно предикат превращается в истинное высказывание $P(a_1, a_2, \dots, a_n)$.

В нашем случае переменными x_1, x_2, \dots, x_n являются детали изделий из шубной овчины. Пусть A — множество деталей переда, тогда:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}, \quad (1)$$

где a_1 — верхняя центральная часть переда (перед);
 a_2 — верхняя часть отрезного бочка переда;
 a_3 — нижняя центральная часть переда;
 a_4 — нижняя часть отрезного бочка переда;
 a_5 — кокетка переда.
 B — множество деталей спинки, тогда:

$$B = \{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\}, \quad (2)$$

где b_1 — верхняя центральная часть спинки (спинка);
 b_2 — верхняя часть отрезного бочка спинки;
 b_3 — нижняя центральная часть спинки;
 b_4 — нижняя часть отрезного бочка спинки;
 b_5 — кокетка спинки.
 C — множество деталей рукавов, тогда:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4\}, \quad (3)$$

где c_1 — верхняя часть рукава (рукав);
 c_2 — нижняя часть рукава;
 c_3 — передняя часть рукава;
 c_4 — задняя часть рукава.

В процессе проектирования раскладок следует учитывать ряд требований, предъявляемых к последовательности расположения лекал деталей изделия на полуфабрикатах, особенностям свойств кожаной ткани на разных топографических участках, направлению волосяного покрова, которые регламентированы в стандартах [2–4].

Опишем с использованием теории предикатов ограничения к расположению лекал деталей на овчинно-шубных полуфабрикатах.

Сначала из наиболее качественных шкур выкраивают основные детали — перед, спинку, рукава, которые располагают параллельно хребтовой линии шкуры. Пусть $P1(a, b, c)$: «лекала деталей переда (A), спинки (B), рукавов (C) располагают параллельно хребтовой линии шкуры», тогда:

$$\forall(a, b, c) P1(a, b, c) = P1. \quad (4)$$

Основные детали изделия располагают симметрично в центральной части полуфабриката. Пусть $P'2(a, b, c_1, c_3, c_4)$: «лекала деталей переда, спинки, верхних, передних и задних частей рукавов располагают на одной шкуре», $P''2(a, b, c_1, c_3, c_4)$: «лекала деталей переда, спинки, верхних, передних и задних частей рукавов располагают в центральной части шкуры», $P'''2(a, b, c_1, c_3, c_4)$: «лекала деталей переда, спинки, верхних, передних и задних частей рукавов располагают симметрично», тогда:

$$(\exists a, b, c_1, c_3, c_4)(P'2(a, b, c_1, c_3, c_4) \wedge P''2(a, b, c_1, c_3, c_4) \wedge P'''2(a, b, c_1, c_3, c_4)) = P2. \quad (5)$$

При проектировании раскладок необходимо учитывать направление волосяного покрова, оно должно быть сверху вниз. Максимально допустимое отклонение направления волосяного покрова в выкроенных деталях (по отношению к ответственному срезу детали) — 45° . Поперечный раскрой овчины не

допускается. Пусть $P'3(a, b, c_1, c_3, c_4)$: «направление волосяного покрова на деталях переда, спинки, верхних, передних, задних частей рукавов сверху вниз», $P''3(a, b, c_1, c_3, c_4)$: «максимальное отклонение направления волосяного покрова на деталях переда, спинки, верхних, передних, задних частей рукавов составляет 45° по отношению к линиям ответственных срезов», тогда:

$$(\exists a, b, c_1, c_3, c_4)(P'3(a, b, c_1, c_3, c_4) \wedge P''3(a, b, c_1, c_3, c_4)) = P3. \quad (6)$$

Рекомендуется, чтобы на нижней части рукавов волосяной покров был направлен вверх. Это необходимо для того, чтобы при вытягивании или сжатии волосяного покрова не скручивались рукава одежды. Пусть $P'4(c_2)$: «направление волоса на нижних частях рукавов направлено вверх», $P''4(c_2)$: «максимальное отклонение направления волосяного покрова на задних частях рукавов составляет 45° по отношению к линии ответственного среза» тогда:

$$(\exists c_2)(P'4(c_2) \wedge P''4(c_2)) = P4. \quad (7)$$

Следующим этапом является раскрой дополнительных деталей — воротников, манжет, лацканов, подбортов, накладных карманов, надставок, клиньев, листочек, клапанов, поясов, хлястиков, пат. Пусть D — множество дополнительных деталей изделия, тогда:

$$D = \{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7, d_8, d_9, d_{10}, d_{11}, d_{12}, d_{13}\}, \quad (8)$$

где d_1 — верхний воротник;
 d_2 — нижний воротник;
 d_3 — манжеты;
 d_4 — лацканы;
 d_5 — подборта;
 d_6 — накладные карманы;
 d_7 — надставки;
 d_8 — клинья;
 d_9 — листочки;
 d_{10} — клапаны;
 d_{11} — пояс;
 d_{12} — хлястики;
 d_{13} — паты.

Направление волосяного покрова в верхнем воротнике должно быть от отлета к линии соединения. Пусть $P5(d_1, d_2)$: «направление волоса на воротниках — от отлета к линии соединения», тогда:

$$(\exists d_1, d_2)(P5(d_1, d_2)) = P5. \quad (9)$$

По техническим требованиям верхние воротники следует выкраивать из огузочных частей одного полуфабриката. Пусть $P'6(d_1)$: «верхние воротники располагают на одном полуфабрикате», $P''6(d_1)$: «верхние воротники располагают симметрично на полуфабрикате», $P'''6(d_1)$: «верхние воротники выкраивают из огузочной части полуфабриката», тогда:

$$(\exists d_1)(P'6(d_1) \wedge P''6(d_1) \wedge P'''6(d_1)) = P6. \quad (10)$$

Нижние воротники следует выкраивать из шейной части полуфабриката. Пусть $P7(d_2)$: «нижние воротники выкраивают из шейки», тогда:

$$(\exists d_2)(P7(d_2)) = P7. \quad (11)$$

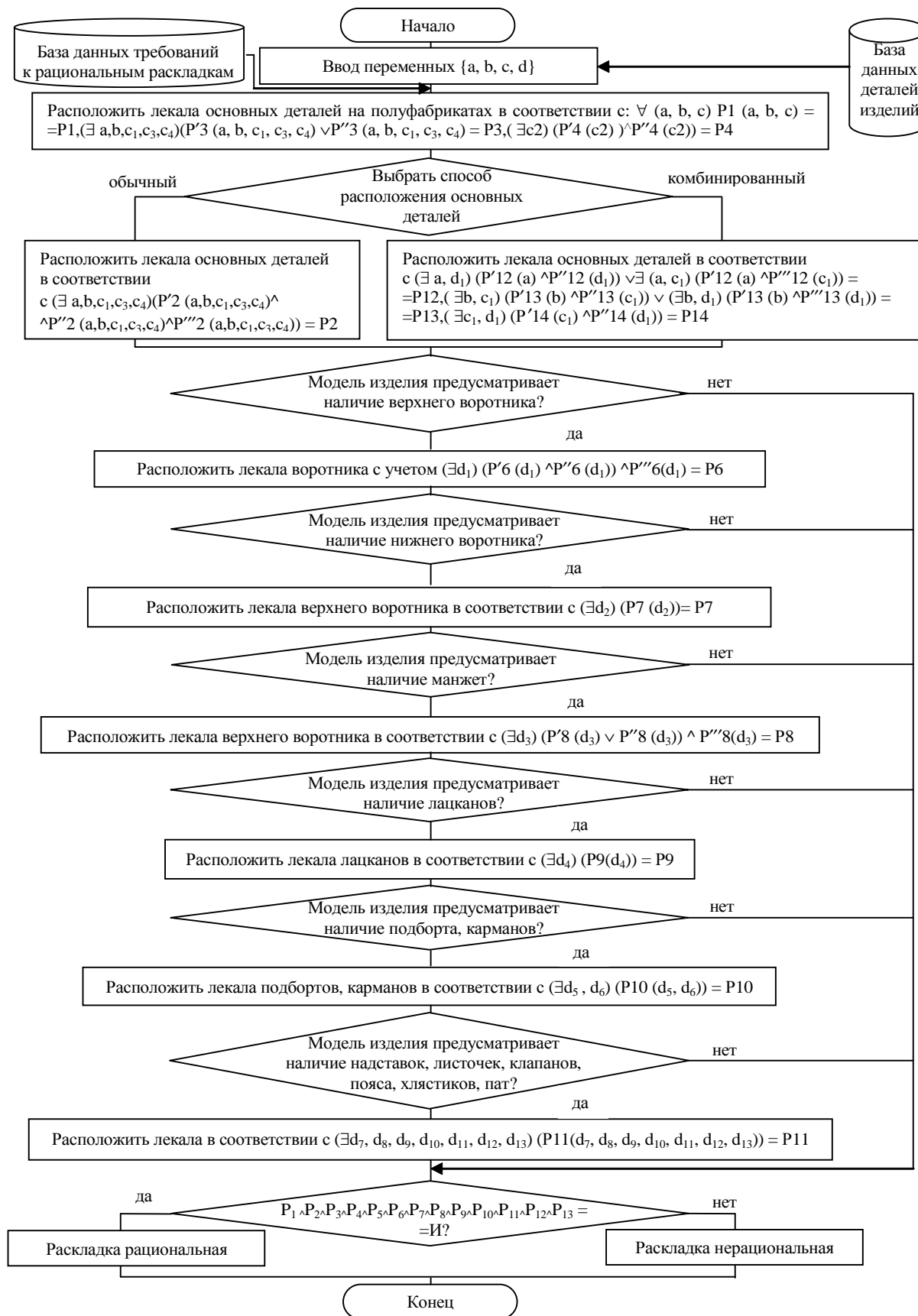


Рис. Алгоритм процесса проектирования раскладок

На манжетах волосяному покрову придают продольное направление к внешней стороне правой и левой манжеты. Возможно и поперечное направление снизу вверх от низа рукава. Раскраивать манжеты следует из огузочной части полуфабриката. Пусть $P^8(d_3)$: «направление волоса на манжетах продольное к внешней стороне правой и левой манжеты», $P''^8(d_3)$: «направление волоса в манжетах поперечное снизу вверх», $P'''^8(d_3)$: «манжеты выкраивают из огузочной части», тогда:

$$(\exists d_3) (P^8(d_3) \vee P''^8(d_3) \wedge P'''^8(d_3)) = P^8. \quad (12)$$

Лацканы выкраивают симметрично, на деталях не должно быть редкого волосяного покрова, особенно на изгибах. Пусть $P^9(d_4)$: «лацканы располагают на полуфабрикате симметрично», тогда:

$$(\exists d_4) (P^9(d_4)) = P^9. \quad (13)$$

Такие детали, как подборта, накладные карманы, выкраивают из полуфабриката в области пашин. Пусть $P^{10}(d_5, d_6)$: «подборта, накладные карманы располагают в области пашин», тогда:

$$(\exists d_5, d_6) (P^{10}(d_5, d_6)) = P^{10}. \quad (14)$$

Надставки, листочки, клапаны, пояса, хлястики, паты выкраивают из лоскута. Пусть $P^{11}(d_7, d_8, d_9, d_{10}, d_{11}, d_{12}, d_{13})$: «надставки, клинья, листочки, клапаны, пояса, хлястики, паты выкраивают из лоскута», тогда:

$$(\exists d_7, d_8, d_9, d_{10}, d_{11}, d_{12}, d_{13}) \times (P^{11}(d_7, d_8, d_9, d_{10}, d_{11}, d_{12}, d_{13})) = P^{11}. \quad (15)$$

Допускается также комбинированное расположение основных деталей на одном полуфабрикате. Из одного полуфабриката возможно выкраивание двух деталей переда и верхнего воротника, деталей переда и верхней части рукава, спинки и двух верхних частей рукавов, спинки и верхнего воротника, верхнего воротника и двух верхних частей рукавов. Пусть $P^{12}(a)$: «детали переда располагают на полуфабрикате А», $P''^{12}(d_1)$: «верхний воротник располагают на полуфабрикате А», $P'''^{12}(c_1)$: «верхние части рукавов располагают на полуфабрикате А», тогда:

$$(\exists a, d_1) (P^{12}(a) \wedge P''^{12}(d_1)) \vee \vee \exists (a, c_1) (P^{12}(a) \wedge P'''^{12}(c_1)) = P^{12}. \quad (16)$$

Пусть $P^{13}(b)$: «детали спинки располагают на шкуре Б», $P''^{13}(c_1)$: «верхние части рукавов располагают на шкуре Б», $P'''^{13}(d_1)$: «верхний воротник располагают на шкуре Б», тогда:

$$(\exists b, c_1) (P^{13}(b) \wedge P''^{13}(c_1)) \vee (\exists b, d_1) (P^{13}(b) \wedge P'''^{13}(d_1)) = P^{13}. \quad (17)$$

Пусть $P^{14}(d_1)$: «верхний воротник располагают на шкуре В», $P''^{14}(c_1)$: «верхние части рукавов располагают на шкуре В», тогда:

$$(\exists c_1, d_1) (P^{14}(c_1) \wedge P''^{14}(d_1)) = P^{14}. \quad (18)$$

Если при выполнении раскладки лекал деталей все требования учтены, то есть $P_1 \wedge P_2 \wedge P_3 \wedge P_4 \wedge P_5 \wedge P_6 \wedge P_7 \wedge P_8 \wedge P_9 \wedge P_{10} \wedge P_{11} \wedge P_{12} \wedge P_{13} = И$ (истина), тогда такая раскладка лекал является рациональной.

С учетом выявленных требований разработан алгоритм процесса проектирования рациональных раскладок лекал на овчинно-шубных полуфабрикатах (рис.). Предложенный алгоритм позволяет учитывать все требования, влияющие на получение рациональной раскладки лекал, что дает возможность повысить качество и скорость работ по проектированию. Первым этапом данного процесса является определение переменных, принимающих текстовые значения в виде требований к раскладке лекал. На втором и последующих этапах проверяется истинность значений переменных. В том случае, если значения всех переменных являются истинными, можно сделать вывод о том, что раскладка является рациональной.

Таким образом, использование теории предикатов для описания требований к раскладкам лекал на овчинно-шубных полуфабрикатах в виде ряда ограничений и разработка алгоритма процесса проектирования рациональных раскладок являются предпосылкой к автоматизации в данной области, что является актуальным и перспективным для меховой промышленности в сложившихся современных условиях.

Библиографический список

1. Марков, А. А. О логике конструктивной математики / А. А. Макаров. — М.: Знание, 1974 — 48 с.
2. ГОСТ Р 52585-2006 Одежда из меховых шкурок с отделкой кожаной ткани и шубной овчины. Общие технические условия. — Введен впервые 10.11.2006. — М.: Стандартинформ, 2006. — 11 с.
3. ГОСТ Р 52584-2006 Одежда меховая. Общие технические условия. — Введен впервые 10.11.2006. — М.: Стандартинформ, 2006. — 12 с.
4. ГОСТ 5201-69 Тулуп овчинный нагольный. Технические условия. — Взамен ГОСТ 5201-50; введ. 01.01.1970. — М.: Издательство стандартов, 1988. — 11 с.

СВИРИДЕНКО Олеся Вячеславовна, кандидат технических наук, доцент кафедры сервиса и технологий изделий легкой промышленности Омского государственного института сервиса (ОГИС).

АНДРОСОВА Галина Михайловна, доктор технических наук, доцент (Россия), профессор кафедры сервиса и технологий изделий легкой промышленности ОГИС.

БРАЙЛОВ Иван Григорьевич, доктор технических наук, профессор кафедры механики Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии.

ПРЕЙС Юлия Робертовна, аспирантка кафедры сервиса и технологий изделий легкой промышленности ОГИС.

Адрес для переписки: olesya.sviridenko@mail.ru

Статья поступила в редакцию 19.12.2013 г.

© О. В. Свириденко, Г. М. Андросова, И. Г. Браилов, Ю. Р. Прейс

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛОТНЫХ РАСКЛАДОВ СЛОЖНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ (МАТРИЧНЫХ) ЭЛЕМЕНТОВ НА ПУШНО-МЕХОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТАХ

В статье рассматриваются вопросы рационального использования пушно-меховых полуфабрикатов. Предложена методика размещения сложных геометрических элементов на отходах, получаемых при раскрое основных изделий. Разработана блок-схема алгоритма проектирования плотных раскладов заданного количества матричных элементов с учетом топографических участков полуфабриката.

Ключевые слова: пушно-меховой полуфабрикат, отходы, сложный геометрический (матричный) элемент, плотная раскладка, топографический участок, алгоритм, блок-схема.

Введение. В результате географического расположения России в северных широтах на более 75 % территории страны доминирует холодный климат. Поэтому изделия из натурального меха занимают важное место в жизни человека, а меховая одежда, обладающая комплексом положительных свойств, пользуется постоянным спросом потребителей. Благодаря высоким теплозащитным, эксплуатационным и эстетическим свойствам значение меха, как одежного материала, не ослабевает. Меха с давних времен считались «мягким золотом» и до настоящего времени остаются дорогостоящими. При этом следует отметить, что в себестоимости готовых изделий их стоимость составляет 80–90 %.

Одним из наиболее распространенных способов раскроя пушно-меховых полуфабрикатов является обкрой целых шкурок по шаблонам определенной формы, в результате чего получают одинаковые по размеру пластины. Однако в результате того, что площадь раскраиваемых шаблонов не совпадает с площадью шкурок, которые имеют ограниченный контур сложной конфигурации, образуются отходы.

По результатам исследований И. Н. Каграмановой величина отходов, получаемых при раскрое изделий, составляет от 4 до 25 % от общей площади полуфабрикатов и половина из них остается не использованной на предприятиях швейной промышленности [1]. В связи с этим одной из важнейших задач меховой промышленности является рациональное использование пушно-меховых полуфабрикатов.

Одним из направлений ресурсосберегающей технологии использования пушно-меховых полуфабрикатов является производство изделий из матричных элементов (МЭ), названных так потому, что их можно представить в виде матрицы, состоящей из основы, областей соединения, декоративных и соединительных отверстий. Получение полотен из МЭ осуществляется через соединительные отверстия с исполь-

зованием различных элементов крепления. Данная технология позволяет получать разнообразное изделия из меха, используя некондиционное сырье и отходы. Преимуществом применения данной технологии является и то, что размеры и форма МЭ могут изменяться в зависимости от параметров перерабатываемых отходов. Поэтому в выполнении раскладки МЭ на отходах дорогостоящих полуфабрикатов и находится дальнейший резерв их экономного использования [2].

Особенности процесса проектирования раскладок матричных элементов на пушно-меховых полуфабрикатах. Основной причиной неполного использования полуфабрикатов является то, что они имеют сложную неправильную форму и характеризуются большим разнообразием по размерам и конфигурации. Кроме этого, особенностью меховых полуфабрикатов является деление их на топографические участки, различающиеся по свойствам кожаной ткани и волосяного покрова у одной и той же шкурки. В зависимости от этого отходы также имеют различные качественные показатели по степени густоты и высоты волосяного покрова, направлению волоса и толщины мездры, что влияет на их использование для изготовления качественных изделий. Таким образом, информация о видах, топографии и величине отходов является важной составляющей при проектировании раскладок изделий из МЭ.

Также следует отметить, что работы, связанные с проектированием МЭ и изделий из них, являются многовариантными. Во многих случаях они являются трудно решаемыми и требуют разработки алгоритмов поиска приближенных решений. Например, решение задачи плотного размещения МЭ в заданной области пушно-меховых полуфабрикатов [3]. Это делает актуальными вопросы их автоматизации.

Для производства изделий, таких как шарфы, косынки, палантины, пелерины, пояса, манжеты и т.д.,

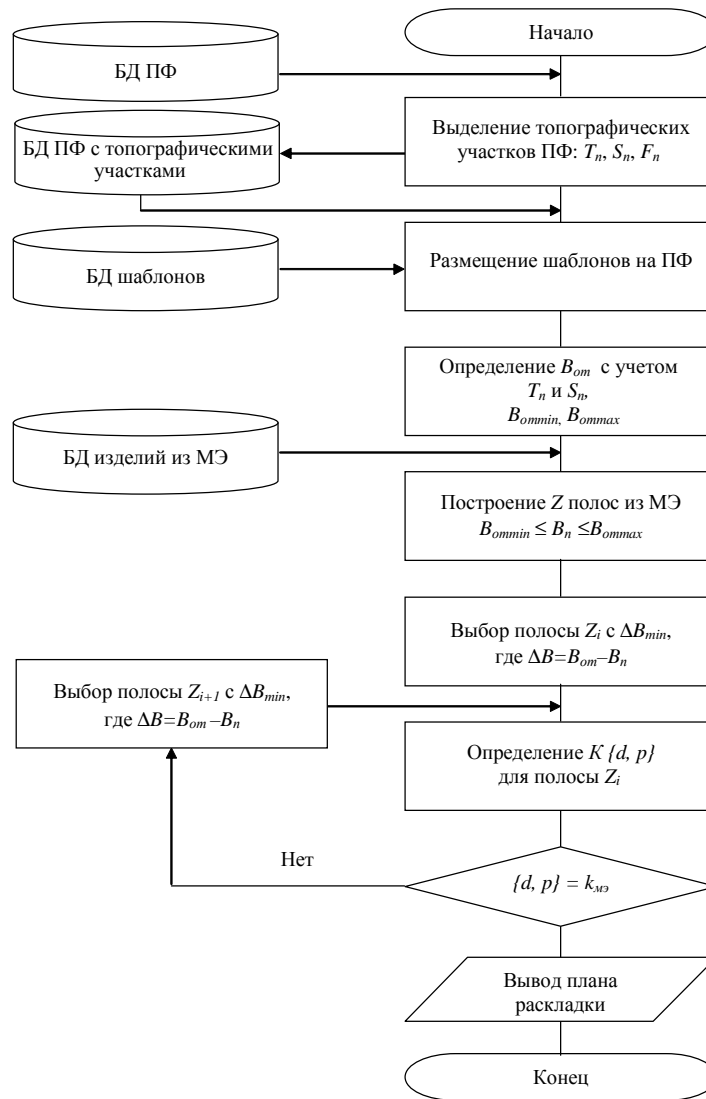


Рис. 1. Блок-схема алгоритма плотного размещения МЭ в заданной области пушно-меховых полуфабрикатов

лекала конструкции которых приближены к простым геометрическим фигурам, используются МЭ одинаковые по форме и размерам. Решение задачи получения плотных раскладок одинаковых МЭ на основе построения годографа функции плотного размещения и вписывания их в сложный контур полуфабриката приведено в работе [4].

Однако для получения изделий, имеющих объемную форму: головные уборы, пальто, жакеты, юбки и т. д., требуется применение МЭ различных по форме и размерам [5, 6]. Это ставит задачу выполнения плотной раскладки: на имеющихся n отходах полуфабрикатов ($N = \{1, \dots, n\}$), характеризующихся различными площадями (S_n), геометрическими формами (F_n) и топографической принадлежностью (T_n), требуется выкроить заданное количество МЭ $k_{мэ}$ ($K = \{1, \dots, k\}$) определенных видов d ($D = \{1, \dots, d\}$). При этом для каждого вида МЭ (d) задается их количество p ($P = \{1, \dots, p\}$), что в результате приводит к многовариантности и большому перебору.

Блок-схема алгоритма размещения матричных элементов на пушно-меховых полуфабрикатах. Для решения поставленной задачи предлагается следующая последовательность действий:

1. Выделить топографические участки T_n на n полуфабрикатах, выведенных из базы данных полу-

фабрикатов (БД ПФ) и характеризующихся показателями: S_n, F_n . Границы ограничений участков определяются на основании рекомендаций, полученных экспериментальным путем в зависимости от вида и размера полуфабриката.

2. Разместить шаблоны, выбранные из базы данных, в полигональных контурах полуфабрикатов с учетом топографических участков, полезной площади и соблюдением технологических требований к раскрою. Алгоритм рационального размещения шаблона состоит из отдельных этапов и описан в работе [2].

3. Определить параметры отходов полуфабрикатов V_{om} , полученных после размещения шаблона и их области, которые можно использовать для выкраивания МЭ. На основе построения кусочно-линейных функций, задаваемых отрезками прямых, найти максимальную площадь прямоугольников, вписанных в выделенные области с учетом топографических участков.

4. Выполнить Z плотных раскладок МЭ, необходимых для изготовления заданного изделия, в виде полубесконечных полос в сочетании по одному и по два элемента. Требуется определить наиболее плотное размещение этих элементов на плоскости. Искомому решению будет соответствовать параллелограмм наименьшей площади с учетом функции плотного

размещения двух видов элементов [7]. Ограничивающее условие ширины проектируемых полос B_n — ширина отходов полуфабрикатов с учетом топографических участков B_{om} , определенных требованиями качества проектируемого изделия: $B_{ommin} \leq B_n \leq B_{ommax}$.

5. Выбрать из ограниченного набора проектируемых полос раскладку Z_i , отвечающую условию: $\Delta B \rightarrow \min$, где $\Delta B = B_{om} - B_n$.

6. Определить для выбранной раскладки $Z_i - d$ и p , попадающих в зоны топографических участков.

7. Если d и p меньше требуемого $k_{мэ}$ на проектируемое изделие, то выбрать из ограниченного набора проектируемых полос раскладку Z_{i+1} и определить количество элементов K каждого d и p для Z_i и Z_{i+1} . Продолжать цикл до получения $k_{мэ}$.

8. Вывести план раскладки $k_{мэ}$ для выполнения раскроя МЭ из отходов пушно-меховых полуфабрикатов с учетом топографических участков шкурок.

Для реализации описанной методики разработана блок-схема алгоритма плотного размещения МЭ в заданной области пушно-меховых полуфабрикатов (рис.).

Заключение. Предложенный алгоритм направлен на разработку программного модуля автоматизированного проектирования изделий из МЭ. Его применение позволит автоматизировать проектирование плотных раскладок МЭ на отходах пушно-меховых полуфабрикатов с учетом их сложного контура и топографических участков.

Библиографический список

1. Каграманова, И. Н. Рациональное использование натурального меха на швейных предприятиях. Технологические процессы в сервисе / И. Н. Каграманова. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2006. — 160 с.

2. Автоматизация процесса проектирования изделий из пушно-мехового полуфабриката на основе матричных элементов / Г. М. Андросова [и др.]. — Омск : Омский гос. ин-т сервиса, 2009. — 222 с.

3. Андросова, Г. М. Моделирование технологического процесса проектирования изделий из меховых и кожевенных матричных элементов / Г. М. Андросова, И. Г. Браилов, Л. А. Одинцова // Известия вузов. Технология легкой промышленности. — 2013. — № 1. — С. 58–62.

4. Решение задачи рационального использования пушно-меховых полуфабрикатов / Г. М. Андросова [и др.] // Известия вузов. Технология легкой промышленности. — 2010. — № 3. — С. 51–55.

5. Андросова, Г. М. Проектирование поясных изделий из матричных элементов / Г. М. Андросова, И. Г. Браилов, О. И. Гнедова // Системы управления и информационные технологии. — 2011. — № 3 (45). — С. 112–115.

6. Андросова, Г. М. Автоматизация проектирования меховых головных уборов из матричных элементов / Г. М. Андросова, И. Г. Браилов, С. В. Черепанова // Известия вузов. Технология легкой промышленности. — 2010. — № 2. — С. 61–65.

7. Скатерной, В. А. Оптимизация раскроя материалов в легкой промышленности / В. А. Скатерной. — М. : Легпромиздат, 1989. — 144 с.

ОДИНЦОВА Людмила Александровна, аспирантка кафедры сервиса и технологий изделий легкой промышленности.

Адрес для переписки: luda.29.05@mail.ru

АНДРОСОВА Галина Михайловна, доктор технических наук, доцент (Россия), профессор кафедры сервиса и технологий изделий легкой промышленности.

Адрес для переписки: mailgalina@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 19.12.2013 г.

© Л. А. Одинцова, Г. М. Андросова

Книжная полка

Зубарев, А. А. Системы контроля и учета материальных ценностей : учеб. электрон. изд. локального распространения : учеб. пособие / А. А. Зубарев, И. В. Наумова ; ОмГТУ. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. — 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

В учебном пособии рассмотрены основы построения систем контроля, учета и управления движением материальных ценностей. Раскрываются роль и место таких систем в системах интегрированной защиты объектов. Разработано на кафедре «Средства связи и информационной безопасности» и ориентировано на специалистов по защите информации, студентов заочной и дневной форм обучения специальности 075400 по дисциплинам «Технические средства охраны», «Экономика защиты информации».

Белик, А. Г. Теория и технология программирования : учеб. пособие / А. Г. Белик, В. Н. Цыганенко ; ОмГТУ. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. — 85 с. — ISBN 978-5-8149-1635-8.

На основе обзора литературных источников и нормативно-технической документации изложены основные методологии моделирования и разработки программного обеспечения, технология создания программных продуктов. Может быть использовано при изучении дисциплин «Теория и технология программирования», «Проектирование и архитектура программных систем», а также при самостоятельной работе студентами следующих направлений подготовки бакалавров: 220100.62 «Системный анализ и управление», 230100.62 «Информатика и вычислительная техника», 231000.62 «Программная инженерия».

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОПУЩЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ СИГНАЛА ВО ВРЕМЯ КАЛИБРОВКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Рассмотрен алгоритм полиномиальной интерполяции для аналого-цифрового преобразователя с длительностью калибровки 1 мс. Приведен пример восстановления пропущенных значений для обеспечения заданной точности обработки входного сигнала.

Ключевые слова: калибровка, АЦП, интерполяция.

Задачи статистической обработки многомерных данных в последние годы приобрели особую актуальность. Одним из известных примеров таких данных является мультимедийная информация, получаемая со спутников. Спутниковые системы — это сеть постоянно действующих станций, осуществляющих сбор измерительной информации в автоматическом режиме. Вся передаваемая измерительная информация в этой сети представлена в цифровой форме. В качестве передаваемой информации могут быть изображения поверхности Земли со спутника. Решение задач автоматической обработки спутниковых изображений является достаточно важным вопросом в связи с широким распространением методов регистрации участков земной поверхности и общим объемом уже накопленной и получаемой информации. Особый интерес представляет получение высококачественных изображений с минимальным количеством артефактов. Этот интерес обусловлен необходимостью проведения дополнительных процедур цифровой обработки спутниковых изображений.

Очевидно, что такая информация должна отображаться максимально точно, и для этого необходима постоянная калибровка оборудования для снижения возможной систематической погрешности. Однако вместе с этим происходит потеря значений сигнала на определенном интервале времени, что вносит искажения при проведении дальнейших операций и, безусловно, отрицательно сказывается на визуализации процесса.

Решением данной проблемы является восстановление потерянных значений путем их интерполяции по ближайшим известным [1–2].

Целью статьи является рассмотрение возможности интерполяции пропущенных в результате калибровки значений сигнала, используя интерполяцию полиномом третьей степени, а также вычисление среднеквадратической ошибки интерполяции.

Задача восстановления аналогового сигнала по его дискретным отсчетам, с точки зрения математики, это не что иное, как хорошо известная задача интерполяции непрерывной функции $F(x)$ по конечному числу N её точек. Пусть в точках $x_0, x_1, \dots, x_{N-1}, x_N$, таких, что $a \leq x_0 \leq x_1 \leq \dots \leq x_N \leq b$, известны значения функции $y=f(x)$, то есть на отрезке $[a, b]$ задана табличная функция. Эти точки, в которых значение функции задано, называются узлами интерполяции.

В самих узлах значения аппроксимирующих функций должны совпадать с заданными значениями исходной функции.

При интерполяции тригонометрических функций наиболее подходящим представлением будет аппроксимация гладкой функцией [3]. Такое решение даёт, например, метод полиномиальной интерполяции. Идея метода состоит в том, что исходная функция аппроксимируется многочленом третьей степени, т.е. функцией вида:

$$y=a_0+a_1x+a_2x^2+a_3x^3. \quad (1)$$

При этом значение интерполирующей функции совпадает со значениями рассматриваемой функции в узлах интерполяции [4]. На основании данного условия составляется система линейных уравнений вида:

$$\begin{cases} a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2 + \dots + a_{n+1}x_1^n = y_1 \\ a_0 + a_1x_2 + a_2x_2^2 + \dots + a_{n+1}x_2^n = y_2 \\ a_0 + a_1x_3 + a_2x_3^2 + \dots + a_{n+1}x_3^n = y_3 \\ \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ a_0 + a_1x_{n+1} + a_2x_{n+1}^2 + \dots + a_{n+1}x_{n+1}^n = y_{n+1} \end{cases} \quad (2)$$

При реализации интерполяционной процедуры коэффициенты полинома a_k находятся решением (2) каким-либо численным методом.

Теперь рассмотрим аналого-цифровой преобразователь, время, необходимое для калибровки которого составляет 1 мс. При частоте дискретизации 8 кГц мы имеем потерю восьми отсчетов на период. В зависимости от того, как часто производить калибровку значений, будет изменяться значение общей погрешности представления сигнала. На рис. 1 показан общий смысл калибровки АЦП: в течение времени T_k значения на входе АЦП не фиксируются, в это время происходит калибровка, то есть автоматическая компенсация ошибок смещения и усиления. Интервал между калибровками T_c не определен.

Изменяя соотношение T_c и T_k , мы изменяем скважность процесса калибровки. Очевидно, что, если калибровку АЦП делать чаще, скважность уменьшится, но тем самым повысится точность преобразования.

Рассмотрим, существенно ли применение интерполяции пропущенных при калибровке АЦП зна-

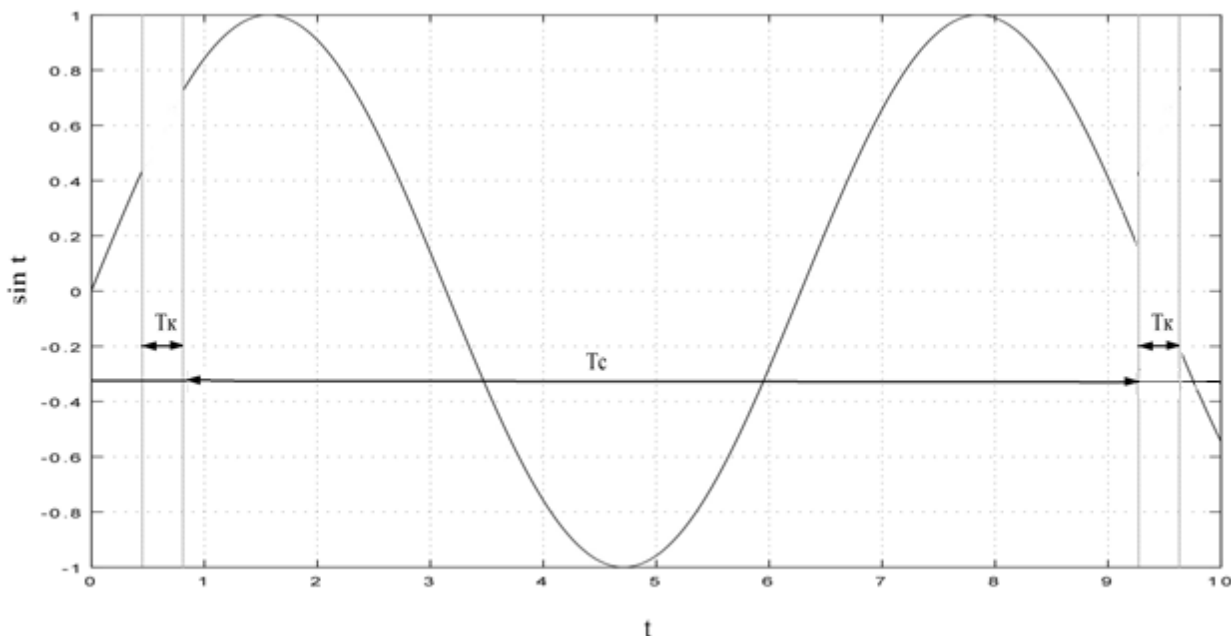


Рис. 1. График $y=\sin t$, T_c — время калибровки АЦП

чений снижает величину погрешности представления сигнала.

На вход АЦП подаем сигнал (как показано на рис. 2):

$$y = \sum_{i=1}^{40} A_i \cdot \sin(2\pi f_i + \varphi_i), \quad (3)$$

представляющий собой сумму из 40 синусоид различной амплитуды, с различной фазой, частотой 50 Гц, суммарное значение амплитуд неосновных гармоник не превышает 20 % от частоты несущей:

$$A_1 \geq \sqrt{\sum_{i=2}^{40} A_i^2}. \quad (4)$$

Моделируя калибровку АЦП, исключим значения сигнала $y_3, y_4, y_5 \dots y_9$. В соответствии с описанным методом интерполяции полиномом третьей степени, для нахождения пропущенных значений воспользуемся известными значениями сигнала y_1, y_2, y_{10}, y_{11} , а также примем во внимание, что значения x известны. В программной реализации интервал между отсчетами составляет 0,000125. Подставив в матрицу значения x , найдем решение в общем виде для неизвестных коэффициентов матрицы A .

$$[A] = \begin{pmatrix} & y_1 \\ -87200/9y_1 + 1000y_2 - 10000/9y_{10} + 800y_{11} \\ 128000000/9y_1 - 152000000y_2 - \\ -88000000/9y_{10} - 64000000/9y_{11} \\ -51200000000/9y_1 + 64000000000y_2 - \\ -64000000000/9y_{10} + 51200000000/9y_{11} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Тогда, для нахождения значения сигнала в произвольной точке, требуется решить уравнение:

$$y_n = y_1 + (-87200/9y_1 + 1000y_2 -$$

$$\begin{aligned} & -10000/9y_{10} + 800y_{11}) \cdot x_n + \\ & + (128000000/9y_1 - 152000000/9y_2 + \\ & + 88000000/9y_{10} - 64000000/9y_{11}) \cdot x_n^2 + \\ & + (-51200000000/9y_1 + 64000000000/9y_2 - \\ & - 64000000000/9y_{10} + 51200000000/9y_{11}) \cdot x_n^3. \end{aligned} \quad (6)$$

График входного и интерполированного сигнала приведен на рис. 3.

Как видно из рис. 3, отклонение интерполированного сигнала от входного незначительно, для лучшей наглядности на рис. 4 показан увеличенный интерполированный участок сигнала.

Значения y_n могут быть вычислены в любой точке отрезка $[a, b]$, на котором определен сигнал, то в этом случае можно исследовать качество получающегося приближения, например, найдя максимальное средне-квадратическое отклонение y_n от значений функции $f(x)$. На качество приближения сильное влияние оказывает количество и расположение узлов, а также гладкость функции $f(x)$.

Так как входной сигнал ненормирован, для определения ошибки интерполяции следует произвести нормирование значений. Для этого найдем квадрат нормы сигнала:

$$\begin{aligned} \|y\|^2 &= \int_0^T \frac{1}{T} \sum_{i=1}^{40} A_i^2 \cdot \sin^2(2\pi f_i + \varphi_i) dx = \\ &= \sum_{i=1}^{40} \int_0^T \frac{1}{T} A_i^2 \cdot \sin^2(2\pi f_i + \varphi_i) dx = \\ &= \sum_{i=1}^{40} \int_0^T \frac{1}{T} A_i^2 \cdot \frac{1 - \cos 2(2\pi f_i + \varphi_i)}{2} dx = \\ &= \sum_{i=1}^{40} \left(\int_0^T \frac{1}{2T} A_i^2 dx + \int_0^T \frac{1}{T} A_i^2 \cdot \frac{\cos 2(2\pi f_i + \varphi_i)}{2} dx \right) = \end{aligned} \quad (7)$$

$$= \sum_{i=1}^{40} \frac{1}{2T} A_i^2 (T - 0) = \sum_{i=1}^{40} \frac{A_i^2}{2}.$$

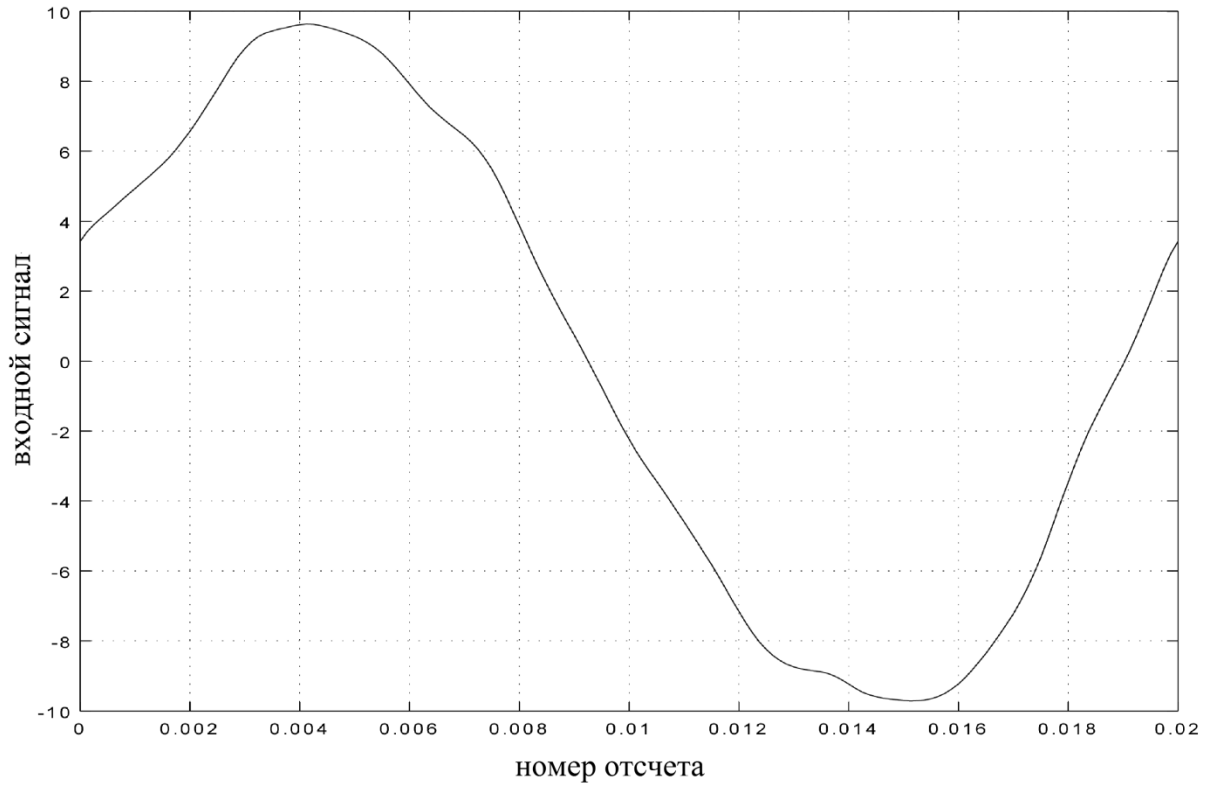


Рис. 2. График входного сигнала

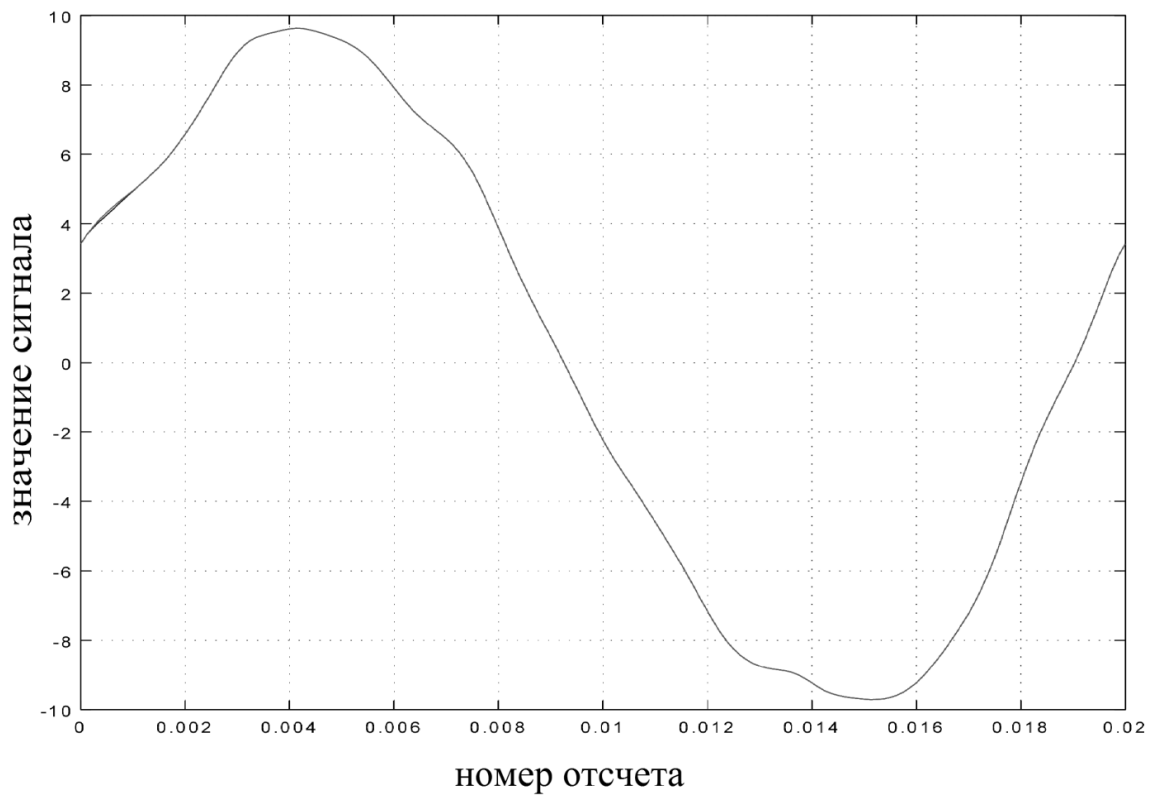


Рис. 3. Графики входного и интерполированного сигнала на периоде

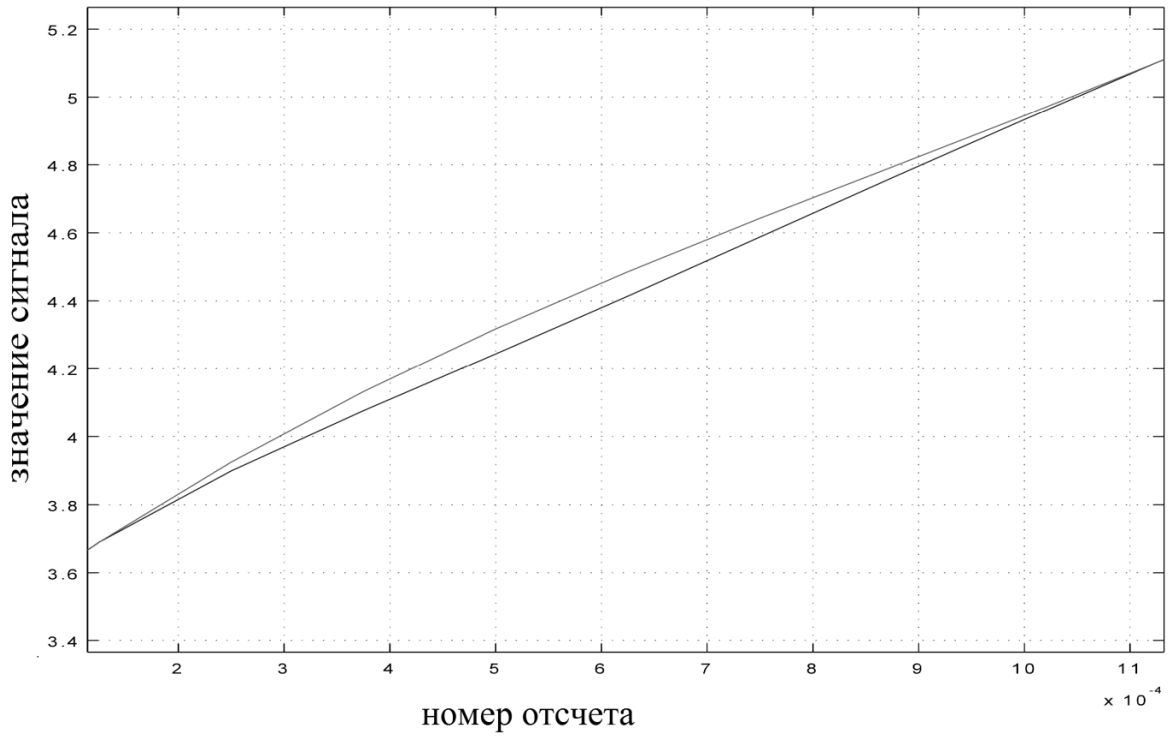


Рис. 4. Графики входного и интерполированного сигнала в течение калибровки

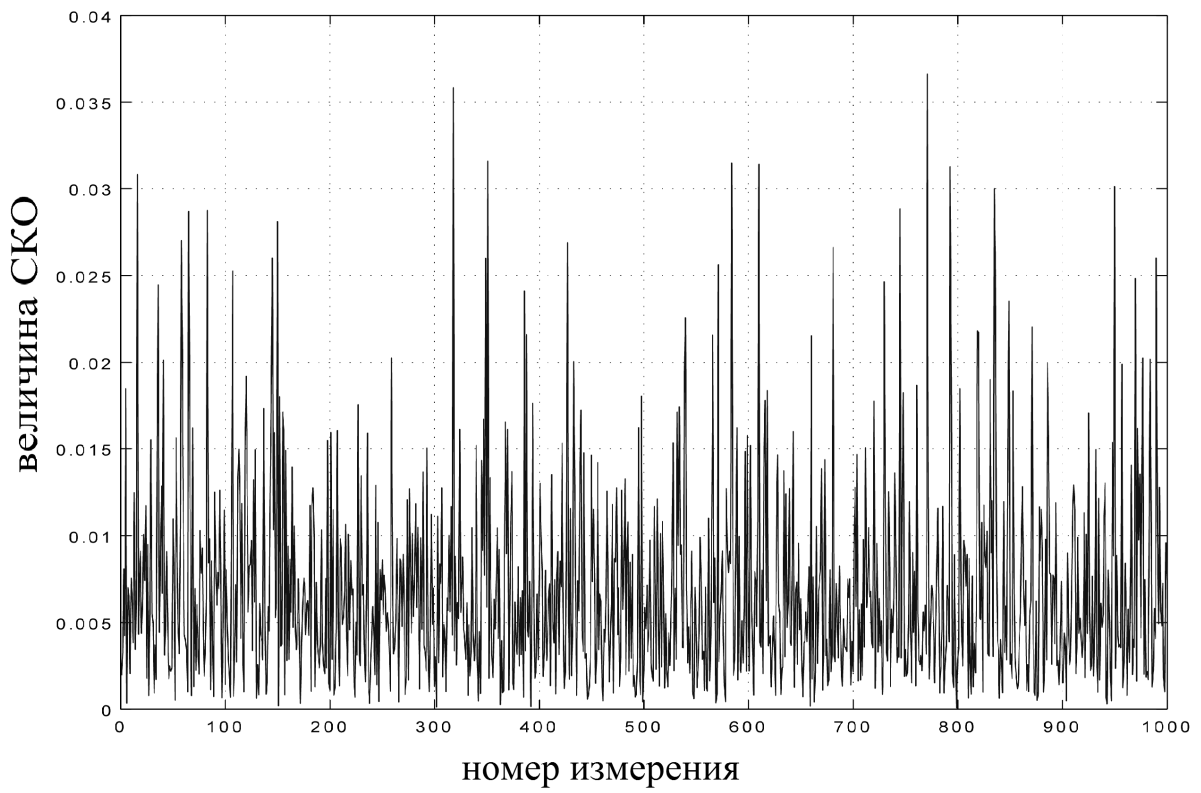


Рис. 5. Распределение среднеквадратичной ошибки интерполяции

Для того чтобы проследить изменение среднеквадратичной ошибки интерполяции, произведем формирование случайного сигнала с учетом заданных параметров 1000 раз. Среднеквадратичную погрешность при каждом повторении рассчитаем по формуле:

$$RMSE_k = \sqrt{\frac{\sum_{n=3}^9 (y_n - f(n))^2}{7 \cdot \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{40} A_i^2}}, \quad (8)$$

где $k = [0; 1000]$.

Зависимость среднеквадратичной ошибки от номера повторения приведена на рис. 5.

Среднеквадратичное значение погрешности интерполяции при проведении 1000 повторений в случае, приведенном на рис. 5, составляет 0,009. Таким образом, вносимая погрешность из-за неточности восстановления пропущенных значений составляет в среднем 0,9 % (максимально 3,7 %). Такой точности достаточно, чтобы АЦП соответствовал заявленной точности преобразования.

Информация

Конкурс на поддержку участия в конференциях и сезонных школах в области информатики 2014 года

Фонд некоммерческих программ «Династия» сообщает о приеме заявок на поддержку участия в конференциях и сезонных школах в области информатики 2014 года.

Этот конкурс фонд «Династия» проводит с 2013 года при финансовой поддержке основателей компании «Яндекс» и содействии фонда «Современное естествознание».

Цель конкурса: предоставление лучшим молодым ученым, ведущим научную деятельность в сфере информатики (computer science), возможности участвовать в сезонных школах и конференциях (далее — конференция).

Принимаются заявки на поддержку участия в конференциях и школах в области информатики, которые пройдут по 31 декабря 2014 года.

Результаты конкурса будут подводиться по мере поступления заявок.

Условия конкурса

1. В конкурсе могут участвовать граждане Российской Федерации и стран СНГ, которые на момент объявления конкурса не достигли возраста 45 лет (аспиранты, молодые ученые, обучающиеся или работающие в российских высших учебных заведениях и научных организациях), осуществляющие научную деятельность в различных областях информатики (computer science).

2. При отборе победителей конкурса приоритетными будут считаться сезонные школы, конференции в следующих научных областях:

- computer vision (теория распознавания образов);
- алгоритмы, методы оптимизации, theoretical computer science (вычислительная наука и техника);
- machine learning (самообучающиеся системы), data mining (сбор и анализ данных);
- information Retrieval/Data Management/Human-Computer Interaction (поиск информации/управление данными/интерфейс «человек-компьютер»);
- computational Linguistics (компьютерная/вычислительная лингвистика);
- логические основы программирования и обработки информации;
- теория корректирующих кодов и криптография.

3. Победителям конкурса будут предоставляться гранты на участие в конференциях.

Сумма одного гранта не превышает 150 тыс. рублей.

Заявка оформляется и подается онлайн с помощью базы данных «Конкурсы» фонда «Династия». Подробная информация опубликована на сайте фонда «Династия»: http://www.dynastyfdn.com/grants/comp_conferences

Детальная информация о конкурсе опубликована на сайте фонда «Династия»: http://www.dynastyfdn.com/grants/comp_conferences

Библиографический список

1. Грицутенко С. С. Метод линеаризации характеристики преобразования АЦП / С. С. Грицутенко, А. Г. Паников // Известия Транссиба. — 2012. — № 1 (9). — С. 78–83.
2. Грицутенко, С. С. Адекватность использования аналогий в цифровой обработке сигналов / С. С. Грицутенко // Известия Транссиба. 2010. — № 2 (2). — С. 80–86.
3. Грицутенко, С. С. Метод расширения динамического диапазона при аналого-цифровом преобразовании / С. С. Грицутенко, Э. А. Бибердорф, К. А. Фирсанов // Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. — 2010. — № 2 (90). — С. 200–202.
4. Грузман, И. С. Цифровая обработка изображений в информационных системах / И. С. Грузман, В. С. Киричук. — Новосибирск : НГТУ, 2002. — 351 с.

КОРОЛЁВА Ксения Андреевна, аспирантка кафедры «Системы передачи информации».
Адрес для переписки: jokie-ksu@mail.ru

Статья поступила в редакцию 29.05.2013 г.

© К. А. Королёва