



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**№ 7/8 - 2013** (июль/август)

Учредитель журнала Общество с  
ограниченной  
ответственностью  
«**НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**»

#### Редакционный совет

- А.В. Царегородцев** — д.т.н., профессор Всероссийской государственной налоговой академии Минфина РФ  
**Ю.Б. Миндлин** — к.э.н., доцент Всероссийской государственной налоговой академии Минфина РФ  
**М.М. Безрукова** — д.б.н., профессор, директор Института возрастной физиологии РАО  
**Н.Н. Грачев** — профессор Московского государственного института электроники и математики (технический университет), доктор высшей степени в области технических наук (Doctor Habilitatus)  
**А.И. Гусева** — д.т.н., профессор Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"  
**А.Я. Качанов** — д.воен.н., профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ)  
**Е.Ю. Клименко** — д.ф.-м.н., профессор Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"  
**С.М. Надежкин** — д.б.н., профессор Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур Россельхозакадемии  
**Б.А. Прудковский** — д.т.н., профессор, эксперт по высшему образованию группы компаний "ИНТЕРСЕРТИФИКА"  
**С.Э. Саркисов** — д.м.н., профессор Научного центра акушерства, гинекологии и перинатологии  
**В.В. Сергиевский** — д.х.н., профессор Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"  
**А.П. Симоненков** — д.м.н., профессор Института хирургии им. Вишневского РАМН

Издатель: Общество с ограниченной ответственностью  
«**Научные технологии**»

Адрес редакции и издателя:  
109443, Москва,  
Волгоградский пр-т, 116-1-10  
Тел/факс: 8(495) 755-1913  
E-mail: redaktor@nauteh-journal.ru  
<http://www.nauteh-journal.ru>  
<http://www.vipstd.ru/nauteh>

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.  
Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС 77-44912 от 04.05.2011 г.

© Современная наука:  
Актуальные проблемы теории и практики

*Scientific and practical journal*



В НОМЕРЕ:

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ  
И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА  
РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ  
И ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ  
И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ  
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ  
И ПРОИЗВОДСТВАМИ  
ТЕХНОЛОГИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ  
ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ  
МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ,  
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Журнал издается с 2011 года

Редакция:  
Главный редактор  
**А.В. Царегородцев**  
Выпускающий редактор  
**Ю.Б. Миндлин**  
Верстка  
**Д.М. Замятин**

Подписной индекс издания  
в каталоге агентства "Почта России" — 80016

В течение года можно произвести подписку  
на журнал непосредственно в редакции

Авторы статей  
несут полную ответственность за точность  
приведенных сведений, данных и дат

При перепечатке ссылка на журнал  
«Современная наука: Актуальные проблемы  
теории и практики» обязательна

Журнал отпечатан в типографии  
ООО "КОПИ-ПРИНТ"  
тел./факс: (495) 973-8296  
Подписано в печать 06.09.2013 г.  
Формат 84×108 1/16

Печать цифровая  
Заказ № 0000  
Тираж 2000 экз.

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

## ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

**К.А. Куспекоев**

Моделирование транспортных сетей на карьерах.  
*K. Kuspekov – Simulation of transport networks in pits..... 3*

**К.А. Куспекоев**

Геометрические методы трассировки  
трехмерных инженерных сетей.  
*K. Kuspekov – Geometric methods for tracing  
of three dimensional engineering networks..... 7*

**Е.О. Колганова, А.В. Савченко, И.Е. Ковтоныук**

Адаптивное сплайновое многомасштабное преобразование  
в задачах сжатия графических данных.  
*E. Kolganova, A. Savchenko, I. Kovtonyuk – Multiscale  
adaptive spline transformation in the task  
of compressing image data. .... 11*

## РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ

**А.А. Юрчук, Е.О. Колганова, В.В. Конин, В.Н. Шутко**

Сплайн-аппроксимация с аналитическими связями  
для корреляционных последовательностей  
и модификации оператора свертки.  
*A. Yurchuk, E. Kolganova, V. Konin, V. Shutko – Spline  
approximation with analytical relations for correlation  
sequences and modification of compression operator. .... 16*

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ (ПО ОТРАСЛЯМ)

**В.В. Дудинов, А.И. Никитин**

Методы оптимизации и автоматизации бизнеса.  
*V. Dudinov, A. Nikitin – Methods of optimization  
and automation of business..... 21*

**Е.В. Сидорчик**

К вопросу о повышении эффективности использования систем  
числового программного управления в промышленности.  
*E. Sidorchik – On the increase efficiency  
of numerical control in industry..... 25*

**Е.В. Сидорчик**

Перспективные направления в расширении  
технологических возможностей обработки  
деталей на станках с ЧПУ.  
*E. Sidorchik – Enhancing the technological capabilities  
handling parts on a machine with numerical control..... 30*

## АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ (ПО ОТРАСЛЯМ)

**Д.М. Федоров**

Метод определения угла наклона лица на фотографии  
для повышения качества идентификации личности.  
*D. Fedorov – Method for determining the angle  
of the photos on to improve the quality  
of identification..... 35*

## ТЕХНОЛОГИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Н.А. Карамышева**

Проблемы и решения в системе технологической  
подготовки наукоёмких швейных изделий.  
*N. Karamysheva – Problems and solutions  
in the system of technological preparation  
of science-intensive garments..... 45*

**Н.А. Карамышева**

Применение струйных аппаратов для  
образования устойчивых эмульсий.  
*N. Karamysheva – Автоматизация  
технологических процессов швейных изделий..... 50*

## ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ

**Е.В. Кудин**

Результаты изучения литолого-петрографического  
состава и распределения породообразующих  
минералов Хадумских глин Восточного Предкавказья  
(на примере Прасковейско-Ачикулакской  
структурной зоны).  
*E. Kudin – Results of lithologic and petrographic  
composition and distribution of rockforming  
minerals Khadum clay East Ciscaucasia  
(illustrated Praskoveiskyachikulak structural zone)..... 55*

## МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**А.В. Царегородцев**

Один из подходов к построению риск-модели безопасности  
данных в корпоративных сетях, функционирующих  
на основе технологии облачных вычислений.  
*A. Tsaregorodtsev – The approach to the development  
of data security risk-model in enterprise  
cloud computing networks..... 62*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ НА КАРЬЕРАХ

**Куспеков К.А.,**

*Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева*

*г. Алматы, Республика Казахстан*

*kuspekov\_k@mail.ru*

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы определения кратчайшего пути транспортирования горной массы от места погрузки до места разгрузки. Моделирования транспортных сетей рассматривается с позиции евклидовой плоскости и построения кратчайших связывающих линии для заданного множества точек с учетом веса.

*Ключевые слова:* геометрическая модель, кратчайшие линии, вес точки, дерева Штейнера, кратчайшее дерева, оптимальная конфигурация сети.

## SIMULATION OF TRANSPORT NETWORKS IN PITS

**Kuspekov K.,**

*The Kazakh national technical university of K.I. Satpaeva*

*(Almaty, Republic of Kazakhstan)*

*Abstract.* The article discusses issues of determining the shortest path transportation of rocks from the place of loading to the place of unloading. Modeling of transport networks is considered from the perspective of the Euclidean plane and constructing shortest connecting lines for a given set of points with the weight.

*Keywords:* geometric model, the shortest line, the weight of the point, Shteiner tree, the shortest tree, the optimal network configuration.

**В**ведение. При разработке месторождения в условиях карьеров транспортирование горной массы находится в тесной взаимосвязи со смежными технологическими процессами: разрушением, выемкой, погрузкой, складированием и отвалообразованием. Транспортирование на карьере является важнейшим звеном технологического процесса добычи и в значительной степени определяет эффективность и экономичность разработки. Эффективным видом транспорта являются различные виды конвейеров. В настоящее время на практике получают распространение так называемые мобильные конвейеры, имеющие секции небольшой длины и массы, легко и быстро передвигаемые с помощью тракторной тяги или переносимые кранами [1]. Транспортная сеть в общем случае включает: забойные конвейеры, принимающие груз от экскаваторов; передаточные конвейеры, соединяющей забойный конвейер с отвальным или подъемным; отвальные, подающие вскрышную породу на отвалообразователь; магистральные, на-

клонные (подъемные) или горизонтальные конвейеры, собирающие грузопотоки с нескольких уступов; межступенные перегружатели.

Оптимизация общей схемы транспортной сети, как правило, может быть выполнена только при проектировании горного предприятия в целом, так как многообразие вариантов схем определяется горнотехническими условиями. Однако, даже при выбранной общей схеме транспорта, проектирование единичной протяженной конвейерной линии является многовариантной задачей [2]. Одним из основных направлений оптимизации транспортных сетей является определение кратчайшего пути транспортирования горной массы.

**Постановка задачи.** Задача оптимизации транспортных сетей на поверхности месторождения заключается в том, чтобы для некоторого заданного количества пунктов погрузки и разгрузки, отвалов, места складирования и других пунктов, требуется определить количество и наилучшее расположение допол-

нительных пунктов (объединения или разъединения) и определить кратчайший путь транспортирования, соединяющий эти пункты.

Наиболее простая постановка задачи оптимизации транспортной сети заключается в представлении земной поверхности в виде плоскости и отсутствии на ней “запретных” зон. Решение такой задачи является, безусловно, ориентированным, требующим последующей корректировки транспортной схемы с учетом рельефа поверхности. Пункты геометрической моделируются точками а транспортные средства соединяющие эти пункты линиями [3].

В такой постановке конструирование транспортной сети сводится к решению геометрической задачи Штейнера в пространствах с евклидовой метрикой [4] – построение кратчайших связывающих линий для заданного множества точек с введением дополнительных точек, оптимизирующих ее решение.

**Геометрическое моделирование транспортной сети.** Геометрической моделью транспортной сети является конфигурации кратчайших отрезков связывающих фиксированное множества точек и дополнительно вводимых точек плоскости, называемые точками Штейнера. Необходимо построить связывающую сеть с добавлением дополнительных вершин так, чтобы суммарная длина пути связывающих эти пункты определялась из выражения

$$L = \sum_i \sum_j q_{ij} d_{ij}$$

где  $q_{ij}$  - коэффициент, зависящий от многих факторов: стоимости транспортирования, металлоемкости, затрат на строительство и эксплуатацию и др.;

$d$  - расстояния между пунктами  $i$  и  $j$ .

Здесь следует отметить, что коэффициент  $q$  еще зависит от величины  $d$ . Кратчайшие отрезки связывающая  $n$  точек плоскости, обладает следующими необходимыми условиями [5]:

- кратчайшая линия не имеет замкнутых участков, т.е. она представляет собой «дерево». Действительно, если она имеет замкнутый участок, то разомкнув этот участок можно укоротить длину связывающей линии;

- угол между линиями, выходящими из одной вершины кратчайшей связывающей линии, составляет не менее  $120^\circ$ .
- в любой вершине кратчайшей связывающей линии сходятся не более трех линий (отрезков). Это условие является следствием того, что угол между линиями составляет не менее  $120^\circ$ .
- кратчайшая линия, связывающая  $n$  точек, имеет не более  $n-2$  точек Штейнера.

**Методика построения.** Построения и определения оптимальной конфигурации кратчайших связывающих линии с различными значениями веса для  $n$  точек плоскости реализуется в три этапа:

1-этап. Изучается расположения заданных точек и вычисляются расстояния между ними по формуле

$$d(M_1 M_2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

2-этап. Определяется конфигурация исходной сети, значения веса в точках принимается равными,  $q_1 = q_2 = \dots = q_n$ . На основе принципа наименьшего удлинения [5] точки множества соединяются кратчайшими отрезками. Строится кратчайшее дерева (КД) для этих точек, расстояния между точками и образованными КД каждого подмножества должны далее соединяться между собой в порядке, установленном на основе принципа наименьшего удлинения КД при каждом отдельном шаге его построения. В конечном итоге формируется евклидова конфигурация кратчайшего дерева для точек  $M_1, M_2, \dots, M_m$  и точек Штейнера  $N_1, N_2, \dots, N_n$  имеющую суммарную минимальную длину.

3-этап. Производится корректировка конфигурации сети с учетом значения веса в точках, т.е. при  $q_1 \neq q_2 \neq \dots \neq q_n$ . Здесь также применяем алгоритм построения дерева кратчайшей длины на основе принципа наименьшего удлинения:

1 шаг. Точки сети разбиваем на отдельные подмножества с учетом веса. Исходная сеть деформируется. Для каждого подмножества точек  $M_1, M_2, \dots, M_m$  и точек Штейнера  $N_1, N_2, \dots, N_n$  строится кратчайшее дерева. Координаты точек  $N_n$  определяется геометрическими построениями Штейнера. Геометрия топологии кратчайшего дерева для трех, пяти точек с учетом веса исследованы в [5,6].

2 шаг. Полученные кратчайшие деревья каждого подмножество объединяются в одно дерево.

3 шаг. Сравнивается все варианты конфигурации и суммарная длина сети.

На рисунке 1 показан пример построения сети для пяти точек плоскости при равных значениях  $q$  с использованием первого и второго этапа приведенной методики. Суммарная минимальная длина сети равно:

$$L = q(|M_1N_2| + |M_2N_2| + |N_2N_1| + |M_3N_3| + |M_4N_3| + |N_1N_3| + |M_5N_1|)$$

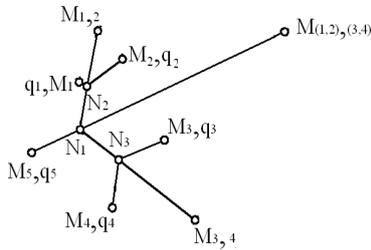


Рис. 1. Конфигурация сети для пяти точек при равных значениях  $q$

Пусть вес в точках имеет следующие соотношения:  $q_4 \geq q_1 + q_2 + q_3 + q_5$ . Используем третий этап построения выше приведенной методики определения оптимальной конфигурации сети, рисунок 2.

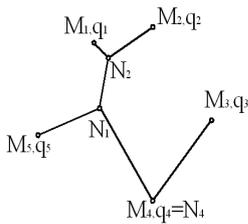


Рис. 2. Конфигурация сети для пяти точек при  $q_4 \geq q_1 + q_2 + q_3 + q_5$

Точки исходной сети разбивается на подмножества. Рассмотрим трехточечное подмножества  $M_3M_4M_5$ . Для того чтобы три произвольных отрезка соединяющие эти отрезки образовали треугольник, они должны удовлетворять следующим неравенствам [5]:

$$q_5 < q_3 + q_4; q_4 < q_3 + q_5; q_3 < q_4 + q_5 \quad (1)$$

Неравенства (1) являются необходимыми и достаточными условиями того, чтобы точка Штейнера  $N$  находилась внутри треугольника  $M_3M_4M_5$ . Если одно из приведенных неравенств не выполняется, например в нашем случае вес в этих точках имеет соотношения:

$q_5 + q_3 < q_4$ , то точка  $N_3$  совпадает с одной из заданных точек, в нашем случае с вершиной  $M_4$ . Получим  $M_4, q_4 = N_4$ , где  $N_3 = N_4$ . Здесь возможны и другие варианты разбиение точек на подмножества и построения других конфигурации. Сравнивая все варианты конфигурации и суммарной длины сети, определяем оптимальную сеть.

**Заключение.** Таким образом, при различных значениях коэффициента  $q$  меняется конфигурация исходной сети. Приведенная методика позволяет получить различные варианты конфигурации моделируемой сети на различных этапах проектирования, а также произвести сравнительные расчеты технико-экономического обоснования проектов транспортной сети отвечающих наперед заданным требованиям.

### Список литературы

1. Васильев М.В. Транспортные процессы и оборудования на карьерах/ Васильев М.В. // М.: Недра, 1986, - 239с.
2. Дьячков В.А., Шахмейстер Л.Г. и др. Ленточные конвейеры в горной промышленности / Дьячков В.А., Шахмейстер Л.Г. и др. Под.ред. Спиваковского А.О.// М.: Недра, 1982, -349с.
3. Стрекачинский г. А. Оптимальное размещение транспортных сетей шахт / г. А. Стрекачинский, А. А. Ордин, В. А. Федорин. – Новосибирск: Наука, 1981. – 83 с.
4. Melzak S. A. On the problem of Stelner / S. A. Melzak // J. Canad. Math. Bull. - 1961. - V. 4. - P. 143-148.
5. Есмухан Ж.М., Куспеков К.А. Прикладная геометрия инженерных сетей. / Есмухан Ж.М., Куспеков К.А //Монография. – Алматы.: Гылым, 2012г.-132с.
6. Волков В. Я. Построение топологии кратчайшего дерева минимального веса для пяти точек плоскости с евклидовой метрикой / В. Я. Волков, К. А. Куспеков // Омский научный вестник. – Омск, 2012. - №1(107). – С. 11-13.

## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТРАССИРОВКИ ТРЕХМЕРНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

**Куспеков К.А.,**

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева  
г. Алматы, Республика Казахстан  
kuspekov\_k@mail.ru

*Аннотация.* Приведено методика выбора оптимальных объемно - планировочных решений по трассировке разветвленных инженерных сетей. Теоретическое решение этой проблемы основано на построение Штейнера в трехмерном пространстве с ортогональной метрикой. Геометрическая модель сети представляется в виде кратчайших линий связывающих фиксированное множества точек.

*Ключевые слова:* трехмерная сеть, ортогональная метрика, геометрическая модель, кратчайшие линии, кратчайшее дерево Штейнера, оптимальная конфигурация сети.

## GEOMETRIC METHODS FOR TRACING OF THREE-DIMENSIONAL ENGINEERING NETWORKS

**Kuspekov K.,**

The Kazakh national technical university of K.I. Satpaeva  
(Almaty, Republic of Kazakhstan)

*Abstract.* Describes the methods of selecting the optimal volume - planning decisions on the trace of branched engineering networks. A theoretical solution of this problem is based on the Steiner's construction in three-dimensional space with orthogonal metric. The geometric model of the network is represented as the shortest line connecting the fixed point set.

*Keywords:* three-dimensional network, orthogonal metric, geometric model, the shortest line, the shortest-path Steiner's tree, the optimal network configuration.

**В**ведение. При проектировании различных инженерных объектов возникают задачи трассировки инженерных сетей (прокладка трубопроводов газа, холодной и горячей воды, линий электропередач). Проектировщики одновременно разрабатывают и решают экономические, технические и организационные задачи, обуславливающие технико-экономический эффект выполняемого проекта. При этом каждое техническое решение должно быть экономически обосновано и осуществлено при определенной организационной форме, соответствующей данному типу объекта. Одним из этапов оптимального проектирования и расчета инженерных сетей являются выбор экономичного и надежного варианта трассировки или конфигурации. Трудность заключается в том, что одновременно нужно рассчитывать варианты прокладки нескольких видов сетей, которые имеют различные

технологические назначения. В основу данной проектной задачи должны быть положены следующие требования:

- сеть должна охватывать все пункты и всех потребителей;
- иметь суммарную минимальную длину;
- иметь возможно меньшую строительную стоимость;
- бесперебойно функционировать при нормальной работе и при возможных авариях на отдельных участках.

Повышение качества проектных работ, сокращения сроков проектирования и поиска выбора оптимальных объемно-планировочных решений по трассировке разветвленных инженерных сетей возможно применением вычислительной техники, которое в свою очередь требует разработки моделей, методов и алгоритмов соответствующего класса задач.

**Постановка задачи.** Анализ и проведенные исследования показывают, что решение указанной проблемы является сложной и многовариантной задачей дискретной оптимизации. При решении данной задачи предполагается расположение инженерных сетей параллельно осям прямоугольной системы координат пространства. Задача оптимизации трассировки заключается в том, чтобы для некоторого заданного количества фиксированных пунктов, т.е. после компоновки источников потребления определить количество и наилучшее расположение дополнительных пунктов и определить кратчайший путь, соединяющий эти вершины. В процессе проектирования фиксированные пункты геометрически моделируются точками, средства, соединяющие эти пункты – линиями. В такой постановке проблема оптимизации трассировки сети сводится к решению геометрической задачи Штейнера в пространствах с ортогональной метрикой [1] – построение кратчайших связывающих линий для заданного множества точек с введением дополнительных точек, оптимизирующих ее решение. На первом этапе проектирования разрабатываются геометрические модели инженерных сетей, затем решаются оптимизационные задачи, которые сводятся к различным обобщениям проблемы Я. Штейнера. Как известно это проблема в общем виде еще не решена и относится к классу экстремальных комбинаторных задач дискретной оптимизации [2].

#### Моделирование трехмерной инженерной сети.

На заданные координатные оси  $Oxyz$  отложим равные между собой отрезки  $\Delta x = \Delta y = \Delta z = a$ . Величина “а” выбирается исходя из требуемой точности построения и она не должна превышать наименьшего расстояния точек, и которых необходимо построить кратчайшую связывающую линию через каждую точку деления оси абсцисс проводим профильные плоскости, через каждую точку деления оси аппликат - горизонтальные плоскости. Получим три пучка плоскостей, делящих пространство на множество элементарных кубиков. Предположим, что заданные точки расположены в вершинах элементарных кубиков, что значительно облегчает решение задачи. Ребра рассматриваемых

кубиков образуют трехмерную сеть [3]. В [1] были установлены свойства и условия существования кратчайшего дерева Штейнера с ортогональной метрикой. В [4] предложен алгоритм построения оптимальной конфигурации газораспределительной сети на плоскости с ортогональной метрикой.

Аналогичные условия и свойства могут быть получены для построения кратчайшего дерева в трехмерном пространстве. В частности, можно отметить, что: 1) в трехмерном пространстве конфигурацию кратчайших связывающих линий представляет также дерево; 2) ветви дерева представляют собой совокупность отрезков прямых; 3) ветви дерева растут по направлениям, параллельным осям координат  $x, y, z$ ; 4) если точка  $M_1$  является вершиной дерева, то в ней сходятся не более шести отрезков; 5) расстояние между двумя точками определяется формулой:

$$d(M_1, M_2) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| + |z_1 - z_2|. \quad (1)$$

Рассмотрим трехмерную ортогональную сеть и множество из 3 точек расположенных на узлах (рис. 1). Требуется построить конфигурацию кратчайшего дерева, имеющую суммарную минимальную длину.

Исходя из принципа наименьшего удлинения и построения эквидистанционной поверхности для любого кратчайшего дерева [3], из множества заданных точек  $M_1, M_2$  и  $M_3$  выбираем две точки, расстояние между которыми не больше, чем для другой пары. Такой парой оказались точки  $M_2$  и  $M_3$ , которые расположены на противоположных вершинах параллелепипеда, множество кратчайших, связывающих данные две точки  $M_2$  и  $M_3$ , линий заполняет его. Из этого множества кратчайших линий выделим крайние ломаные:  $M_2 - N_1^3 - N_1^3 - M_3$ ;  $M_2 - N_1^3 - N_2^2 - M_3$ ;  $M_2 - N_1^1 - N_2^2 - M_3$ ;  $M_2 - N_1^1 - N_2^3 - M_3$ ;  $M_2 - N_1^2 - N_2^3 - M_3$ ;  $M_2 - N_1^2 - N_1^3 - M_3$ . На следующем шаге вершину  $N_1^1$  этого многогранника соединяем с точкой  $M_1$ . Точки  $N_1^1 M_1$  так же являются противоположными вершинами параллелепипеда могут быть соединены между собой множеством кратчайших линий, проходящих через ребра соответствующего параллелепипеда.

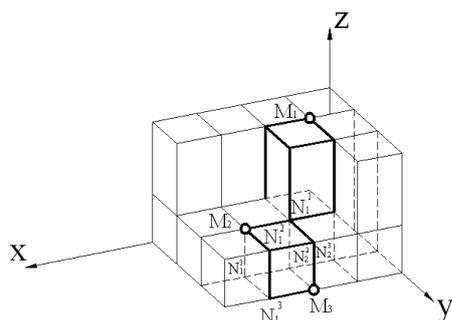


Рис. 1. Кратчайшее дерево Штейнера для трех точек  $E^3$

Структуру соединения полученной ортогональной конфигурации кратчайшего дерева для трех заданных точек  $M_1, M_2, M_3$  и точки Штейнера запишем так:

$$\begin{array}{l} M_1 \\ M_2 - N_1^1 \\ M_3 \end{array} \left. \begin{array}{l} / \\ \backslash \end{array} \right\}$$

При проектировании трехмерных инженерных сетей, для определения оптимальной конфигурации трассировки на основе этого принципа предлагается следующая методика построения кратчайшего дерева для конечного множества из  $m$  точек:

1. Через заданные множества  $m$  точек пространства проводятся взаимно перпендикулярные прямые, параллельные осям декартовой системы координат  $Oxyz$ . Образуется трехмерная сеть, шаг сети выбирается исходя из требуемой точности.

2. Определяются расстояния между всеми данными точками по формуле (1) и составляется диагональная матрица расстояний.

3. Каждый последующий шаг заключается в определении минимального элемента матрицы расстоя-

ний. Вычеркиваются строки и столбцы матрицы, которые проходят через минимальный элемент. Может оказаться, что несколько элементов имеют одинаковые минимальные значения. Тогда выбирается любой из этих минимальных элементов. Каждому элементу матрицы расстояний соответствуют две точки, или точка и кратчайшее поддерево, или два кратчайших поддерева.

4. После каждого очередного шага необходимо объединить выбранную пару, уточнить конфигурацию связывающего кратчайшего дерева и построить эквидистанционную поверхность выбранного порядка. С помощью эквидистанционных поверхностей определяются расстояния от точки до кратчайшего дерева и между кратчайшими деревьями. Составляется новая матрица расстояний.

5. Если задано  $m$  точек, то построение состоит из  $m-1$  шагов. В конце решения получим одно единственное дерево, связывающее все  $m$  точки и имеющие кратчайшую длину.

**Заключение.** При определении оптимальной конфигурации трехмерной инженерной сети, большое практическое значение имеют пространства с ортогональной метрикой, где кратчайшие линии, связывающие заданные точки, проводят параллельно осям прямоугольной декартовой системы координат. Разработана методика построения кратчайших связывающих линии для множества точек пространства, для этого изучены и обобщены некоторые способы определения точек Штейнера и построения кратчайшего дерева, удовлетворяющие некоторые наперед заданные требования. Разработан программный продукт «ORTSET- E<sup>3</sup>» в среде Delphi.

### Список литературы

1. Hanan M. On Steiner's problem with rectilinear distance / M. Hanan // SIAM. J. Appl. Math. - 1966. - Vol. 14, №2. – P. 203-216.
2. Иванов А.О. Теория экстремальных сетей. Монография / Иванов А.О., Тужилин А.А.-Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.
3. Есмухан Ж.М., Куспеков К.А. Прикладная геометрия инженерных сетей. / Есмухан Ж.М., Куспеков К.А //Монография. – Алматы.: Ғылым, 2012г.-132с.
4. Куспеков К. А. Алгоритм построения оптимальной конфигурации газораспределительной сети на плоскости с ортогональной метрикой / К. А. Куспеков // Омский научный вестник. – Омск, 2012. - №1(107). С.14-16.
5. Куспеков К. А. Моделирование маршрута перемещения штучных грузов в автоматизированных складах кратчайшими связывающими линиями / К. А. Куспеков // Вестник СибАДИ. – Омск, 2012. - №6 (28). С.106-108.

# АДАПТИВНОЕ СПЛАЙНОВОЕ МНОГОМАСШТАБНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ СЖАТИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ

**Колганова Е.О.,**

к.т.н., Национальный авиационный университет (г. Киев)

*vnshutko@mail.ru*

**Савченко А.В.,**

Национальный авиационный университет (г. Киев)

*savskiev@gmail.com*

**Ковтонюк И.Е.,**

Национальный авиационный университет (г. Киев)

*Аннотация.* Статья посвящена разработке многомасштабного анализа с использованием сплайна в качестве базисной функции. Предложен алгоритм сжатия графических данных с адаптивным расчетом детализирующих коэффициентов. Проведена оценка его преимуществ и перспектив использования.

*Ключевые слова:* сплайн, адаптивное многомасштабное сплайн-преобразование, сжатие изображений.

## MULTISCALE ADAPTIVE SPLINE TRANSFORMATION IN THE TASK OF COMPRESSING IMAGE DATA

**Kolganova E.,**

Ph.D., National aviation university (Kiev)

**Savchenko A.,**

National aviation university (Kiev)

**Kovtonyuk I.,**

National aviation university (Kiev)

*Abstract.* The article is devoted to the development of multi-scale analysis using a spline as the basis function. The algorithm of image data compression with the adaptive calculation of the detailing coefficients is proposed. The estimation of its advantages and prospects of use was conducted.

*Keywords:* spline, adaptive multi-scale spline transformation, image compression.

**В**ведение. Современные популярные фото- и видеостандарты MPEG4, DivX 5.x, JPEG, JPEG2000 обязательно применяют сжатие графики. Основной операцией при сжатии с потерями является дискретное косинусное преобразование в алгоритме JPEG, или вейвлет-преобразование в JPEG2000. Вейвлет-обработка сигналов обеспечивает возможность достаточно эффективного сжатия сигналов и данных, их восстановление с малыми потерями качества, а также решение задач фильтрации сигналов. В статье предлагается применять сплайновое многомасштабное преобразование.

**Анализ последних исследований и публикаций.**

В литературе [1,2,3,4,5], посвященной методам сжатия

графических данных, предлагается многомасштабный анализ в контексте вейвлет-преобразований и использования пирамидного представления сигнала.

Одна из главных и плодотворных идей вейвлетного представления сигналов на разных уровнях декомпозиции (разложения) заключается в разделении функций приближения к сигналу на две группы: аппроксимирующую – грубую, с достаточно медленной временной динамикой изменений, и детализирующую – с локальной и быстрой динамикой изменений на фоне плавной динамики, с последующим их дроблением и детализацией на других уровнях декомпозиции сигналов (кратномасштабный или многомасштабный анализ).

**Постановка задачи.** Теоретические основы построения многомасштабного вейвлет-анализа дают возможность использовать схему пирамидного представления сигналов и для сплайн-анализа.

Перспективным является сочетание многомасштабного анализа (МА) и сплайн-функций, которые используются для восстановления дискретной информации. Сплайны в ряде ситуаций имеют лучшие аппроксимационные свойства, которые обеспечивают минимально возможную при данной размерности погрешность. При их применении существенно уменьшается объем вычислений. В разработку сплайнов существенный вклад внесли: Дж. Алберг, Е. Нильсон, С.Б. Стечкин, Ю.Субботин, Ю.С. Завьялов, Б.И. Квасов, М.П. Корнийчук и др.

Так как сплайны – кусочно-полиномиальные функции, то они легко могут быть использованы при вычислениях. Действительно, алгоритмы для графического изображения кривых с помощью сплайнов и для вычисления их полиномиальных составляющих чрезвычайно эффективны [2]. Более того, так как сплайны имеют наименьший возможный носитель, то могут применяться схемы локальной интерполяции для аппроксимации функций в  $C \cap L^2(\mathbf{R})$  с использованием любого сплайн-подпространства.

**Сплайновый многомасштабный анализ**

Рассмотрим процедуру построения сплайна. Пусть на отрезке  $[a, b]$  в точках  $X = \{x_i\}_{i=1}^N$  заданы значения  $Y = \{y_i\}_{i=1}^N$  некоторой гладкой функции (рис. 1). Нужно найти сетку  $\Delta_r = \{\tilde{x}_j\}_{j=0}^r$  ( $r < N$ ), на которой можно построить сплайн  $S(x) \in C_{[a,b]}^k$ ,  $k = 1, 2, \dots$ , имеющий непрерывные производные до  $k$ -го порядка включительно. Согласно постановке задачи сетки  $\Delta_N$  и  $\Delta_r$  не совпадают, то есть на каждом участке сетки  $\Delta_r$  может находиться несколько наблюдений, которые и будут определять поведение искомой зависимости. Оценки ординат точек «склейки» участков сплайна (элементы матрицы  $\hat{A}$ ) находятся по формуле:  $\hat{a}_i = \sum_{j=0}^r C_{ij}^{-1} b_j$ ,  $i = \overline{0, r}$ .

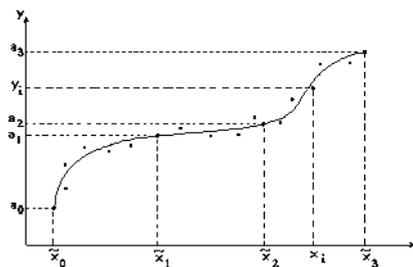


Рис. 1. Пример гладкой функции

Значение эрмитовых кубического сплайна в произвольной точке  $x \in [\tilde{x}_{j-1}, \tilde{x}_j]$ ,  $j = \overline{1, r}$ , определяется по формуле:

$$S_3(x_i) = \hat{a}_{j-2} {}^1X_{ij} + \hat{a}_{j-1} {}^2X_{ij} + \hat{a}_j {}^3X_{ij} + \hat{a}_{j+1} {}^4X_{ij},$$

$$i = \overline{1 + m_{j-1}, m_j}, j = \overline{1, r}, a_{-1} = a_{r+1} = 0. \quad (1)$$

Точность приближения искомой зависимости с помощью выбранного сплайна основана на минимуме суммы квадратов отклонений ординат точек наблюдений от найденной зависимости.

$$d = \sum_{j=1}^r \sum_{i=1+m_{j-1}}^{m_j} [y_i - S_3(x_i)]^2$$

Подробнее эта процедура описана в литературе [6, 7].

Рассмотрим алгоритм сплайнового многомасштабного разложения.

Пусть исходные данные представлены  $N$  дискретными отсчетами. С помощью аппроксимации сплайном по формулам (1) находим исходную функцию  $f(t)$  (рис. 2).

Рассмотрим сначала пример сплайн-разложения с кратностью 2. Первым шагом будет прореживание узлов «склейки» сплайна в два раза, то есть будем иметь  $N/2$  узлов. Аппроксимация значений функции в этих  $N/2$  узлов даст похожую функцию, но, конечно с некоторыми погрешностями.

Для сохранения информации о погрешности находим разницы между значениями начальной и новой функции в  $N$  узлах. Часть таких разностей будет достаточно мала, чтобы можно было ими пренебречь. То есть нужно установить порог, ниже которого значения

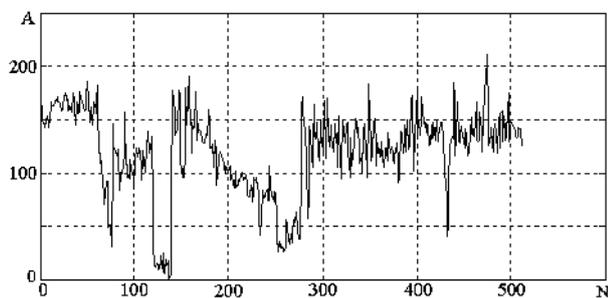


Рис. 2. Обработываемый сигнал.

разностей принимаются равными нулю. Количество значимых (т.е. ненулевых) детализирующих коэффициентов первого уровня обозначим  $\det_1$ . Тогда результатом первого шага прореживания будет  $N/2 + \det_1$  значений, которые нужно сохранять для возможного восстановления первоначальной функции (рис. 3).

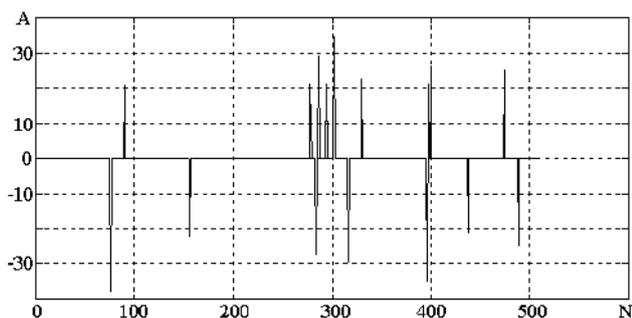
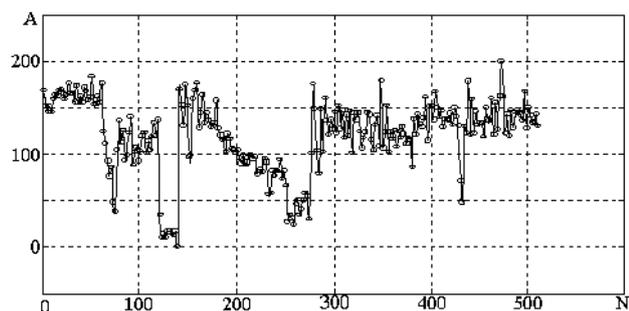


Рис. 3. Сплайн-аппроксимация сигнала и детализирующие коэффициенты после первого шага.

Второй шаг. Опять аналогично прореживаются узлы склейки сплайна, полученного после первого шага. Тогда вместо  $N/2$  значений будем иметь

$N/4 + \det_2$ . И соответственно после второго шага имеем для хранения  $N/4 + \det_2 + \det_1$  коэффициентов (рис. 4).

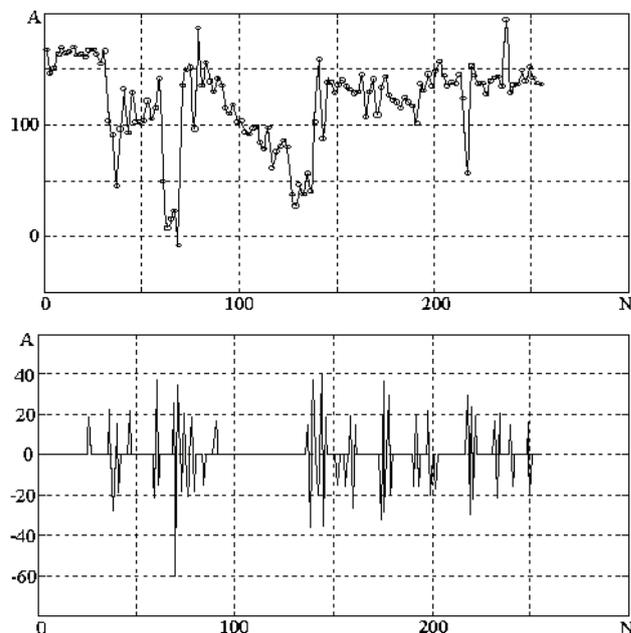


Рис. 4. Сплайн-аппроксимация сигнала и детализирующие коэффициенты после второго шага.

Соответственно третий шаг даст  $N/8 + \det_3 + \det_2 + \det_1$  значений (рис. 5).

После любого шага мы можем сразу же восстановить исходные данные. Конечно, с увеличением количества шагов погрешность будет накапливаться.

Нетрудно увидеть, что аналогично приведенному алгоритму можно построить алгоритм с другой кратностью. Большим преимуществом является то, что такая процедура позволяет изменять кратность шаг от шага (например, можно при каждом шаге кратность уменьшать).

Рассмотрим метод адаптивного сжатия. Пусть исходные данные представлены  $N$  дискретными отсчетами. С помощью аппроксимации сплайном по формулам (1) находим исходную функцию.

Адаптивный алгоритм сжатия содержит следующие шаги:

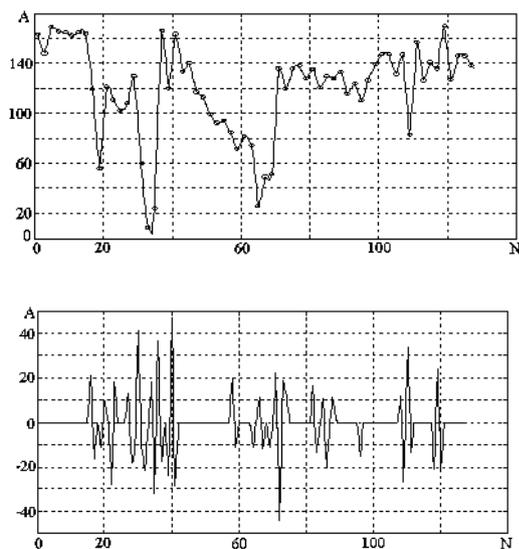


Рис. 5. Сплайн-аппроксимация сигнала и детализирующие коэффициенты после третьего шага.

1. Прореживание узлов «склейки» сплайна в два раза, то есть получим  $N/2$  узлов. Проводим эту операцию для всех  $n$  строк.

2. Повторяем такую процедуру по всем  $n$  столбцам. То есть количество элементов матрицы уменьшается от  $N^2$  до  $N^2/4$ . Сплайн строится так, чтобы сумма квадратов отклонений сплайна от аппроксимированных точек была минимальной.

3. Опять аналогично прореживаются данные, полученные после первого шага. Теперь вместо  $N^2/4$  значений получим  $N^2/16$  коэффициентов.

4. Соответственно третий шаг даст  $N^2/64$  значений.

5. Восстанавливаем матрицу второго уровня ( $N^2/16$  коэффициентов) интерполяцией  $N^2/64$  элементов. Для сохранения информации находим разницы между значениями сжатой и восстановленной матриц. Значительная часть таких различий будет достаточно мала, чтобы можно было ими пренебречь.

6. Устанавливается порог, ниже которого значение разностей принимаются равными нулю. Количество значимых (т.е. ненулевых) детализирующих коэффициентов первого уровня обозначим  $\det_3$ .

7. Рассчитываем матрицу первого уровня сжатия с помощью интерполяции  $N^2/16$  значений. Она будет отличаться от матрицы, полученной при сжатии на втором шаге. Это обусловлено теми погрешностями, которые вносятся обнулением малых коэффициентов  $\det_3$ . Затем они переносятся на значения коэффициентов в узлах склейки сплайна и на восстановленные данные после интерполяции.

8. Находим разности значений матриц, найденной в п. 2, и восстановленной в каждой из  $N^2/4$  точек. Это будут значения детализирующих коэффициентов с учетом коррекции погрешности, обозначим их  $\det_{2k}$ .

9. Устанавливаем начальный сигнал с помощью интерполяции сплайном  $N^2/4$  значений матрицы, восстановленной в п.7.

10. Аналогично п.8 рассчитываем откорректированные коэффициенты детализации в  $N \times N$  точках, обозначим  $\det_{1k}$ .

11. Для хранения остаются  $N^2/64$  значения функции в узлах склейки сплайна, детализирующие коэффициенты  $\det_3$ , и адаптированные к этой функции  $\det_{2k}$  и  $\det_{1k}$ :  $N^2/64 + \det_3 + \det_{2k} + \det_{1k}$ . Общее количество значений, которые будут храниться в памяти:  $\frac{N^2}{64} + \frac{N^2}{16} + \frac{N^2}{4} + N^2$ . Но поскольку большинство детализирующих коэффициентов равны нулю, то на самом деле хранение весомых данных требует гораздо меньше памяти.

Для восстановления сигнала нужно хранить узлы склейки последнего слоя преобразования и ненулевые отсчеты детализирующих коэффициентов.

Коррекция детализирующих коэффициентов в п.п. 8 и 10 позволяет «подстраивать» их для конкретного примера функции (или дискретных данных) с целью минимизации погрешности, т.е. происходит адаптация алгоритма к определенному примеру. Поэтому такое сжатие названо «адаптивным».

**Выводы.** В статье разработано адаптивное двумерное сплайновое многомасштабное преобразование, которое применяется для сжатия разностной и яркостных компонент цветного изображения. Указанный подход позволяет варьировать алгоритм в широких пределах подбирая его параметры

под каждый тип сигналов так, чтобы результат был наилучшим.

Кроме того, при применении сплайнов существенно уменьшается объем вычислений. Ведь это – простые функции с малым носителем, которые наиболее эффективны как при их программной, так и технической реализации.

Алгоритмы сжатия графических данных, построенные на основе разработанного сплайнового многомасштабного анализа с адаптивным расчетом детализи-

рующих коэффициентов, дают возможность улучшить качество восстановленных изображений или увеличить коэффициент сжатия при том же качестве на 5-15%.

Проведенный сравнительный анализ показал, что предложенный алгоритм позволяет уменьшить время основной операции декомпрессии на 30-40%, по сравнению с самой «быстрой» сегодня технологией JPEG, поэтому они могут успешно применяться для интернет-систем передачи фото-, видеоинформации в режиме on-line.

### Список литературы

1. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. – М: РХД, 2001. – 464 с.
2. Чуи К. Введение в вейвлеты. – М.: «Мир», 2001.– 412 с.
3. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике.– М.: Солон-Р, 2002.– 440 с.
4. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: “Диалог-МИФИ”, 2002. – 381 с.
5. Рудаков П.И., Сафонов И.В. Обработка сигналов и изображений. MATLAB 5x. – М.: “Диалог-МИФИ”, 2000. – 413 с.
6. Шутко М.О., Шутко В.М., Колганова О.О. Сплайновый багатомасштабний аналіз // Вісник Інженерної академії – К.: ДП “Друкарня МВС України”, 2008.– №1. – С. 207-214.
7. Колганова О.О. Метод зберігання та передачі графічної інформації у базах даних на основі сплайнового багатомасштабного розкладу: Автореф. дис. канд.техн.наук: 01.05.03 / НАУ. – К., 2009. – 20 с.

## СПЛАЙН-АППРОКСИМАЦИЯ С АНАЛИТИЧЕСКИМИ СВЯЗЯМИ ДЛЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ И МОДИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРА СВЕРТКИ

**Юрчук А.А.,**

Национальный авиационный университет (г. Киев)

alindim@ukr.net

**Колганова Е.О.,**

к.т.н., Национальный авиационный университет (г. Киев)

vnshutko@mail.ru

**Конин В.В.,**

д.т.н., Национальный авиационный университет (г. Киев)

**Шутко В.Н.,**

д.т.н., Национальный авиационный университет (г. Киев)

*Аннотация.* Рассмотрена аппроксимация двух дискретных последовательностей между детерминированными основами которых существует аналитическая связь. Учет аналитической связи позволяет повысить вероятность обнаружения и качество фильтрации радиолокационного и навигационного сигнала. Показано сравнение результатов сплайн-аппроксимации корреляционных последовательностей классическим и предложенным методами.

*Ключевые слова:* сигнал, сплайн-аппроксимация, аналитическая связь, оператор свертки, корреляционная последовательность.

## SPLINE APPROXIMATION WITH ANALYTICAL RELATIONS FOR CORRELATION SEQUENCES AND MODIFICATION OF COMPRESSION OPERATOR

**Yurchuk A., Kolganova E., Konin V., Shutko V.,**

National Aviation University (Kiev)

*Abstract.* The approximation of two discrete sequences between determinated bases with analytical relation has been reviewed. Consideration of analytical relation lets to increase probability of determination and also the quality of filtration of radio location and navigation signal. The comparison of spline approximation results of correlation sequences has been showed via classic and proposed method.

*Keywords:* signal, spline approximation, analytical relation, compression operator, correlation sequence.

**В**ступление. В данной работе рассматривается аппроксимация не одной, а двух зашумленных дискретных последовательностей между детерминированными основами, которых существует аналитическая связь. Учет аналитической связи позволяет повысить качество фильтрации и обнаружения сигнала по сравнению с классическими методами. Теоретические разработки возникают из практических задач радиолокации и спутниковой навигации.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Для возобновления дискретной измерительной информации, как аппроксимирующие, обычно применяются полиномиальные сплайновые функции (или сплайны), в разработку которых существенную работу внесли Дж. Алберг, Е. Нильсон, Дж. Уолш, М. П. Корнейчук, Ю. С. Зав'ялов, Б. г. Марченко, В. П. Денисюк, М. О. Шутко, О. П. Приставка и другие [1, 2, 3, 4]. В работах выше указанных авторов сплайны разрабатывались для аппроксимации одиночных од-

нополярных или  $n$ -мерных последовательностей. В предлагаемой статье в отличие от этого разработана сплайн-аппроксимация 2-х зашумленных последовательностей между детерминированными основами которых существует аналитическая связь.

Причины возникновения и попытки уменьшения влияния помех разной природы на сигналы радиосвязи и спутниковых навигационных систем приводятся в литературе [5, 6, 7]. В этих работах автора предлагают методы улучшения фильтрации обнаруженного сигнала от помех, но они не обеспечивают улучшение обнаружения сигналов. В отличие от этих методов разработанный метод позволяет повысить вероятность правильного обнаружения сигналов в радиолокации и навигации.

**Постановка задания.** Априорно неизвестные отклонения реальных сигналов от идеальной гармоничной модели приводят к значительному падению характеристик выявления этих сигналов. Поэтому нужно разработать метод, который будет стойким к таким отклонениям. Актуальной так же остается важная задача решения научно-технической проблемы разработки методов и средств повышения эффективности алгоритмов первичной обработки радиолокационной информации в условиях априорной неопределенности относительно распределения сигналов и помех, которая имеет важное практическое значение.

**Решение поставленного задания.** Сплаины в ряде ситуаций имеют хорошие аппроксимационные свойства, которые обеспечивают минимально возможную погрешность для решения практически-технических задач обработки результатов измерений. Тем более при применении сплайнов существенно уменьшается объем вычислений.

В задачах числовой обработки гармонических сигналов, которые содержат случайные составляющие, часто необходимо оценить тренды корреляционных последовательностей этих сигналов. В классическом случае для этого можно использовать комплексные сплайны с разным расположением узлов “склейки” в зависимости от частоты сигнала [4]. Но такая аппроксимация не учитывает аналитическую связь между

мнимой и действительной частями оценок корреляционных последовательностей

$$\hat{r}(l) = \begin{cases} \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-l-1} y[n+l]y^*[n], & 0 \leq l \leq N-1, \\ \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-|l|-1} y^*[n+|l|]y[n], & -(N-1) \leq l < 0, \end{cases} \quad (1)$$

где  $N$  – объем входной последовательности.

Отметим, что эта связь для каждого временного смещения  $l$  является независимой от амплитуды и фазы гармонического сигнала и равняется

$$q(l) = \frac{\text{Im}[\hat{r}(l)]}{\text{Re}[\hat{r}(l)]} = \frac{\sin[\frac{2\pi}{N}kl]}{\cos[\frac{2\pi}{N}kl]}, \quad -(N-1) \leq l \leq N-1, \quad (2)$$

где  $k$  – фиксирована нормируемая частота. В формуле (1) выбрана сдвинутая оценка (далее оценка корреляционной функции (нормирующий коэффициент  $\frac{1}{N}$ , а не  $\frac{1}{N-l}$ ) для уменьшения дисперсии отсчетов этой функции при значительных смещениях  $l$ .

Далее приведем примеры построения предложенной аппроксимации. Пусть наблюдается гармонический процесс с амплитудой  $A=1$ , случайной начальной фазой  $\phi$ , равномерно распределенной на интервале  $[0; 2\pi]$ , нормируемой частотой  $k=4$ , объеме выборки  $N=10$ :

$$z(n) = z_r(n) + jz_i(n) = A \exp\left\{j\left(\frac{2\pi}{N}knt + \phi\right)\right\} + \xi_r(n) + j\xi_i(n), \quad n = \overline{0, N-1}, \quad (3)$$

где  $\xi_r(n)$ ,  $\xi_i(n)$  – действительная и мнимая составляющие гаусового белого шума с нулевым средним и дисперсиями  $V_r = V_i = 1$ . За формулой (1) найдем оценку корреляционной функции  $\hat{r}(l)$ . Качественную сплайн-аппроксимацию такой последовательности построить трудно из-за того, что на десять отсчетов приходится четыре колебания. Поэтому сначала проведем интерполяцию данной оценки, а затем по большему количеству отсчетов рассчитаем аппроксимирующие сплайны за классическим и предложенным методами.

На рис. 1 приведена интерполированная правая часть действительной составляющей оцененной корреляционной функции. За счет наличия шума она значительно отличается от идеальной (построенной в случае отсутствия шума). Классическая сплайн-аппроксимация (рис. 1, а) хорошо приближает входную последовательность, но никакой новой информации о процессе не добавляет. Однако сплайн-аппроксимация, построенная с учетом аналитической связи между мнимой и действительной составляющими интерполированной оценки корреляционной функции (рис. 1, б), наоборот вовсе не приближает эту входную последовательность, а воспроизводит функцию подобную идеальной.

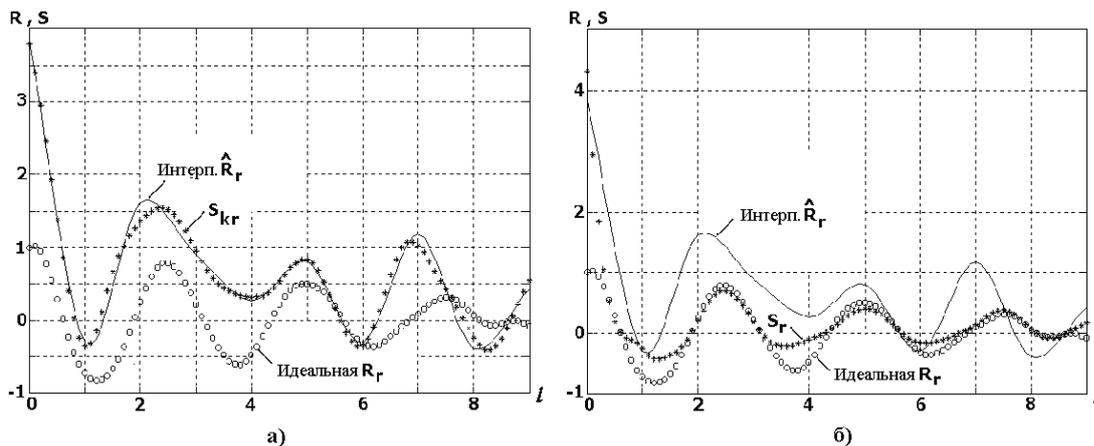


Рис. 1. Сплайн-аппроксимации корреляционных последовательностей

а) классическим ( $S_{kr}$ ) и б) предложенным ( $S_r$ ) методами.

В выше приведенном примере для построения аппроксимации классическим и предложенным методами матрицы планирования рассчитывались для одинаково расположенных абсцисс узлов “склейки” фрагментов сплайнов.

В этом примере очевидное свойство сплайн-аппроксимации с учетом аналитической связи выравнивать определенной мерой последовательности, которые сглаживаются под эту связь.

Для повышения вероятностных характеристик выявления спутниковых сигналов на основе модификации оператора свертки в условиях априорной

неопределенности относительно многолучевого распространения сигналов решается научно-техническая задача – разработка метода сплайн-аппроксимации с аналитическими связями, которая позволяет повысить вероятность правильного обнаружения спутниковых сигналов в условиях многолучевого распространения сигналов.

В реальной ситуации в амплитуде, частоте и фазе полученного спутникового сигнала, присутствуют естественные помехи, которые зависят от стабильности передатчика, модели спутника, расстояния к нему, погодных условий и других. Поэтому рассмотрим обобщенную модель меандрового сигнала [8]:

$$s(t-t_0) = Ad(t-t_0)\cos[\omega_0(t-t_0) + \phi(t)] + \gamma(t), \quad (4)$$

где  $A$  – амплитуда сигнала,  $\omega_0 = 2\pi f_0$  – круговая несущая частота,  $f_0$  – несущая частота,  $\phi(t)$  – фаза сигнала,  $t_0$  – начало отсчета,  $d(t)$  – меандровый ПСП дальномерного кода,  $\gamma(t)$  – независимые отсчеты нормального шума с нулевыми средними и единичными СКО.

Заметим, что при перемножении вектора-столбца, который состоит из отсчетов  $g(t)$ , на кодовую последовательность сигнала получаем отсчеты подинтегральной функции  $y(t)$  с постоянной амплитудой. Значение этой амплитуды зависит от амплитуды  $A$ , но важно, что:

$$y(t) = \text{const}1, \quad t = \overline{0, N-1}.$$

Очевидно, что накопление этих отсчетов происходит за линейными законами. При постепенном добавлении отсчетов  $y(t)$  получаем отсчеты первообразной функции  $h(t)$ , значение которой в точке  $t = N-1$  равняется амплитуде свертки сигнала в своем максимуме. Тогда неизменными являются соотношения:

$$c(t) = \frac{h(t)}{y(t)} = t+1, \quad t = \overline{0, N-1}, \quad (5)$$

Дальше для обобщенной модели меандрового сигнала (4) построим метод полиномиального сглаживания последовательностей  $h(t)$  и  $y(t)$  с наложением условий связи (5). Заметим, что хотя отсчеты нормального шума  $\gamma(t)$  есть независимыми, шумовые составные последовательности  $h(t)$  будут коррелируемыми. Полиномиальное оценивание сначала построим для двух последовательностей без учета корреляционных свойств шумовых составляющих  $h(t)$ , а затем с помощью обобщенного метода наименьших квадратов (ОМНК) их учтем.

Взаимная корреляция между отсчетами  $y(t)$  и  $h(t)$  быстро снижается к нулю, потому в данном методе она не учитывается. В реальной ситуации корреляционные свойства полезного случайного сигнала учесть невозможно из-за отсутствия достаточной априорной информации, а корреляционную матрицу для фоновых шумов всегда можно оценить численно.

Составим следующий функционал:

$$\Phi_R = \sum_{t=0}^{N-1} \{h(t) - S_h(t)\}^2 + \sum_{t=0}^{N-1} \{y(t) - S_y(t)\}^2 + \lambda \sum_{t=0}^{N-1} \{S_h(t) - (t+1)S_y(t)\}^2, \quad (6)$$

где:  $S_h(t) = ZA_h$  и  $S_y(t) = PA_y$  – кубические полиномы, которые аппроксимируют отсчеты первообразной  $h(t)$  и подинтегральной  $y(t)$  функций;  $Z, P$  – матрицы планирования (в общем случае они могут быть неодинаковыми в результате разного расположения коэффициентов) для полиномов  $S_h, S_y$ ;  $A_h = \{a_{hl}\}_{l=1}^4$ ,  $A_y = \{a_{yl}\}_{l=1}^4$  – векторы оцениваемых параметров (коэффициенты кубических полиномов).

Минимизируем функционал:  $\Phi_R = \min$ .

Запишем функционал  $\Phi_R$  в матричном виде:

$$\Phi_R = (H - ZA_h)^T (H - ZA_h) + (Y - PA_y)^T (Y - PA_y) + \lambda (ZA_h - \tilde{P}A_y)^T (ZA_h - \tilde{P}A_y),$$

$\lambda$  имеет содержание веса (в этом примере  $\lambda = 1$ ), где: матрица

$$\tilde{P} = \begin{bmatrix} -1p_{11} & -1p_{12} & \dots & -1p_{1s} \\ -2p_{21} & -2p_{22} & \dots & -2p_{2s} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -Np_{N,1} & -Np_{N,2} & \dots & -Np_{N,s} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Обозначим:

$$R = \begin{bmatrix} H \\ Y \\ D \end{bmatrix}, \quad H = [h(0), h(1), \dots, h(N-1)]^T,$$

$Y = [y(0), y(1), \dots, y(N-1)]^T$  – векторы, которые состоят из отсчетов первообразной и подинтегральной функций;  $D = [0, 0, \dots, 0]^T$ , размерности  $(N * I)$ ;  $A = \begin{bmatrix} A_h \\ A_y \end{bmatrix}$ ,  $A_h = [a_{h1}, a_{h2}, \dots, a_{hs}]^T$ ,  $A_y = [a_{y1}, a_{y2}, \dots, a_{ys}]^T$  – векторы коэффициентов полиномов.

$$\text{Дальше обозначим: } W = \begin{bmatrix} Z & O \\ O & P \\ Z & \tilde{P} \end{bmatrix},$$

$Z, P$  – матрицы планирования полиному, столбцами которых являются функции формы полинома  ${}^m z(t)$ ,  ${}^m p(t)$ ,  $m = 1 \div 4$ ;

$O$  – нулевая матрица, размерности  $N * r$ ;  $\tilde{P}$  – матрица (7). Размерность матрицы  $W$  –  $(3N * 8)$ .

Тогда требования МНК:

$$(R - WA)^T (R - WA) = \min,$$

Дальше классическое решение:

$$A = (W^T W)^{-1} W^T R,$$

а с учетом корреляции решения обобщенного МНК:  $\tilde{A} = (W^T \tilde{M} W)^{-1} W^T \tilde{M} R$ ,

$$\text{где: } \tilde{M} = \begin{bmatrix} M^{-1} & O & O \\ O & E & O \\ O & O & E \end{bmatrix},$$

$M^{-1}$  – матрица, обратная к корреляционной матрице шумовых составляющих  $h(t)$ ;  $E$  – единичная матрица, размерности  $(N * N)$ ,  $O$  – нулевая матрица, размерности  $N * N$ .

Находим,  $\tilde{S}_h = Z\tilde{A}_h$ ,  $\tilde{S}_y = P\tilde{A}_y$  – кубические полиномы, которые построены уже с учетом аналитических связей (6).

Эти оценки получены путем полиномиального выравнивания часовых последовательностей  $h(t)$  и  $y(t)$  с выполнением условий (5), что отвечают модели меандрового сигнала (4). Отметим, что выравнивая последовательности полезных сигналов, искаженных помехами, мы также “выравниваем” последовательности шумовых составляющих в случае отсутствия полезной информации.

Построим характеристики предложенного метода и классического метода, полученные с помощью компьютерного моделирования:

**Выводы.** Совокупность полученных результатов решает важную научно-техническую проблему разработки нового математического метода обработки сигналов, использование которого позволяет обнаруживать радиолокационные сигналы

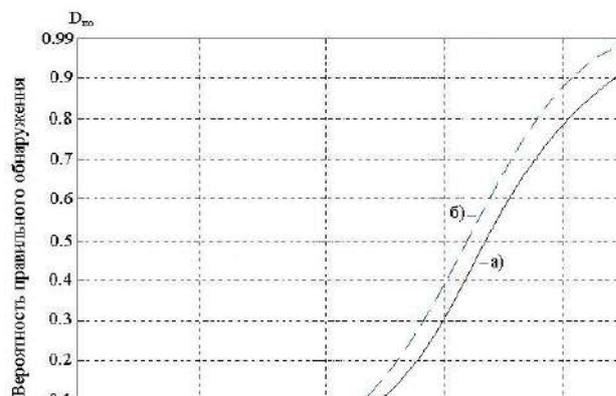


Рис. 2. Характеристики обнаружения спутникового сигнала на основе:

а) метода ДПФ, б) предложенного метода

Априорно неизвестные отклонения реальных сигналов от идеальной гармоничной модели приводят к значительному падению характеристик обнаружения этих сигналов. Предложенный метод отличается от известных стойкостью к таким отклонениям. Применение данного метода позволяет достичь заданных характеристик спутниковых сигналов с меньшей мощностью передатчика.

с высокой вероятностью в условиях априорной неопределенности относительно распределения сигналов и помех, даже в тех случаях, когда ни один из известных методов не позволяет этого сделать.

### Список литературы

1. Денисюк В.П. Применение сплайн-функций в задачах статистического анализа информационных сигналов / Денисюк В.П., Марченко Б.Г., Шутко Н.А. – К.: Знання, 1981. – 20 с.
2. Завьялов Ю.С. Методы сплайн-функций / Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. – М.: Наука, 1980. – 352 с.
3. Корнейчук Н.П. Сплайны в теории приближения / Н. П. Корнейчук. – М.: Наука, 1984. – 352 с.
4. Сплайни в цифровій обробці даних і сигналів / Шутко М.О., Шелевицький І.В., Шутко В.М., Колганова О.О. – Кривий Ріг: “Видавничий дім”, 2008. – 231 с.
5. Мазурков М.И. Системы широкополосной радиосвязи: [учеб. пособие для студ. вузов.] / Мазурков М.И. – О.: Наука и техника, 2010. – 340 с.
6. Garin L. Strobe & Edge correlator multipath mitigation for code. / Garin L., Van Diggelen F. and Rousseau J.M. // Proc. of ION GPS-96, The Institute of Navigation, Alexandria. – VA, 1996. – pp. 657–664.
7. Veitsel V. The mitigation of multipath errors by strobe correlators in GPS/GLONASS receivers. / Veitsel V., Zhdanov A., Zhodzishsky M. // GPS Solutions. – 1998. – V. 2, №2. – pp. 38–45.
8. Вейцель А.В. Новый класс меандровых шумоподобных радиосигналов для радионавигационных систем / А. В. Вейцель // Электроника, радиотехника и связь. Вестник МАИ. – 2009. – Т. 16, №7. – С. 43–48.

## МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕСА

**Дудинов В.В.,**

Магистрант, Московский Государственный Университет Леса,  
sparcoand1@mail.ru

**Никитин А.И.,**

Магистрант, Московский Государственный Университет Леса  
G1738649@gmail.com

*Аннотация.* В данной статье рассмотрены методы оптимизации бизнеса, связанного с обслуживанием клиентов, а так же прикладные решения 1С для автоматизации бизнес-процессов. Процесс обслуживания клиентов можно оптимизировать за счет автоматизации всех «ручных» операций, исключив, таким образом, человеческий фактор. Применение предлагаемых в статье решений позволит добиться улучшения качества обслуживания клиентов и производительности труда.

*Ключевые слова:* IP-телефония, обслуживание, клиент, 1С, сервис, предприятие, оптимизация, автоматизация, база данных, оператор, анкета, вызов, АТС (автоматическая телефонная станция).

## METHODS OF OPTIMIZATION AND AUTOMATION OF BUSINESS

**Dudinov V.,**

Master student of Moscow State Forest University,

**Nikitin A.,**

Master student of Moscow State Forest University,

*Abstract.* This article describes methods for optimizing business related to customer service, as well as applications 1C solutions to automate business processes. Customer service process can be optimized by automating all the “manual” operation, thus eliminating the human factor. Application of the proposed solutions in the article would lead to improving the quality of customer service and productivity.

*Keywords:* IP-telephony, service, client, 1C, service, company, optimization, automation, database, operator profile, call, ATE.

**В** настоящее время во всем мире, и Россия не исключение, наблюдается рост требовательности клиентов к качеству их обслуживания. Все чаще наиболее значимым параметром при выборе поставщика является не уровень цен, а качество сервиса. Высокое качество обслуживания клиентов является конкурентным преимуществом организации. Обеспечение этого качества является сутью бизнеса в наше время.

Под качественным обслуживанием подразумевается построение на предприятии такой системы, которая позволяет на высоком уровне, слаженно и качественно выполнять работу без ошибок и накладок, а не только произнесение слов «пожалуйста» и «спасибо» в разговоре с клиентом. Создание такой

системы возможно только через автоматизацию бизнес-процессов организации. В качестве примера можно привести такие средства автоматизации деятельности организаций, как 1С:Предприятие, SAP, SaaS. Для того чтобы решение удовлетворяло всем потребностям организации (предприятия) часто приходится совмещать программные продукты и адаптировать их под конечного потребителя. Этот процесс называется кастомизацией.

Для малого и среднего бизнеса России широкое распространение получил программный продукт 1С: Предприятие, т.к. он обладает более низкой стоимостью, в сравнении с другими платформами и ориентирован на актуальные потребности отечественных предприятий, что и делает его доступным.

Типовые конфигурации 1С:Предприятие не обладают достаточной функциональностью по автоматизации рассматриваемых бизнес-процессов, поэтому необходимо разработать прикладные решения 1С для автоматизации бизнес-процессов.

Рассмотрим телефонию. Основное общение клиентов с организациями происходит по телефону. Одним из важнейших показателей качества обслуживания является время обслуживания. Рассмотрим, как происходит этот процесс.

Если клиент звонит в первый раз, то он попадает в отдел обработки входящих звонков, где может получить необходимую консультацию. В процессе общения с оператором, может возникнуть потребность в консультации по другому вопросу и клиента могут переадресовать другому специалисту. В данной ситуации возникает проблема — клиенту приходится несколько раз объяснять чего он хочет, что для него является не желательным.

Если звонит постоянный клиент, например, по вопросу технического обслуживания, то он рассчитывает сразу получить необходимую информацию и перенаправление его разным специалистам отрицательно скажется на впечатлении об обслуживании. В данной ситуации клиент тратит свое время, то есть, мы видим, что обслуживание происходит не эффективно, хотя клиент имеет право на качественное обслуживание.

Как правило, данные о клиентах хранятся в базе данных и «ручной» поиск увеличивает время обслуживания. Так же не стоит забывать, что человек вводящий информацию в поиск может ошибиться.

Данный процесс можно оптимизировать за счет автоматизации всех «ручных» операций, исключив, таким образом, человеческий фактор. Для этого можно связать номер телефона клиента с информацией в базе данных. Основываясь на этой информации можно сразу же направить звонок в нужный отдел и вывести информацию о клиенте еще до принятия вызова. Таким образом, у оператора будет вся необходимая информация. В случае если позвонил «новый» клиент, создастся очередная анкета, в которую оператор сможет занести необходимую информацию. Если возникает необходимость перенаправления звонка другому

специалисту, можно так же с вызовом перенаправить анкету, в результате чего клиенту не придется объяснять все заново другому специалисту.

Мы рассмотрели входящие звонки. Теперь рассмотрим исходящие звонки.

Найдя необходимую информацию о клиенте, оператор вынужден набирать номер вручную, затрачивая на это время, при этом нужно еще изучить найденную информацию. Это время малó при наборе одного номера, но за день таких номеров может быть несколько десятков. Так же есть вероятность ошибки ввода номера, особенно ближе к концу рабочего дня. То есть эффективность работы, и как следствие обслуживания клиента, оператора не высока. Таким образом, эффективность работы можно повысить, используя, в диалоговом окне анкеты, кнопку набора номера клиента и оператору не нужно будет вручную набирать номер телефона.

Итак, к разрабатываемой системе предъявляются следующие требования:

1. Автоматический набор номера по нажатию кнопки в 1С, принятие входящего вызова по нажатию кнопки в 1С.
2. Поиск информации о клиенте в базе данных по номеру входящего вызова.
3. На основе полученной информации о клиенте необходимо осуществить маршрутизацию входящего вызова в соответствующий отдел.
4. Необходимо отображать карточку клиента еще до принятия вызова.
5. При переадресации входящего вызова необходимо переадресовывать и карточку клиента.

Для реализации такой функциональности необходимо наличие определителя номера и возможность пересылки этого номера в базу данных, для поиска информации о клиенте. Не исключено, что у клиента может быть анти АОН (автоматический определитель номера) или он может позвонить с другого номера, но данное событие не является критичным и имеет малую вероятность.

Важнейшим критерием для решения выше описанных проблем является возможность взаимодействия телефонии и базы данных. Сегодня IP-телефония позволяет пользоваться телефоном, используя интер-

нет канал для передачи голосового трафика и предоставляет гораздо больший спектр услуг, чем традиционная телефония.

Было бы наивно предполагать, что мы первые, кого заинтересовала данная проблема. Так, на сегодняшний день существует несколько решений для IP-телефонии, решающие данную проблему:

- аппаратные АТС,
- виртуальные АТС,
- программные АТС.

Помимо высокой стоимости, для внедрения и обслуживания всего этого функционала требуется наличие подготовленного персонала, что делает аппаратные IP АТС практически не доступными для малого и среднего бизнеса.

Виртуальная АТС (облачная АТС) — альтернатива аппаратным IP АТС, где автоматически решается проблема наличия подготовленного персонала, так как облачная АТС — сама по себе уже является сложным технологическим решением.

Виртуальные АТС, имеющие возможность работы с базами данных, стоят достаточно дорого. Без данной возможности стоимость виртуальной АТС резко уменьшается. Одной из ключевых возможностей виртуальной АТС является ее взаимодействие с программными АТС и IP-телефонами по протоколу SIP.

Программные АТС — это приложения для передачи и приема голосовых и видеоданных через IP-сеть со стандартным набором функций, присущим большинству «оригинальных» телефонов. Большинство программных телефонных приложений основано на открытом протоколе SIP с поддержкой разнообразных кодеков.

Программные АТС в большинстве случаев либо стоят дешево, либо бесплатны, и обладают большой гибкостью в настройке и взаимодействием с другим программным обеспечением и базами данных, высокой степенью отказоустойчивости.

Для малого и среднего бизнеса в России наиболее оптимальным решением является совместное использование виртуальной АТС и программной АТС. Виртуальные АТС стоят дешево, но не обладают всеми необходимыми функциями, в то время как программные АТС обладают большой гибкостью, допол-

няя по функциональности виртуальную АТС, и либо бесплатны, либо стоят не дороже виртуальной АТС.

Рассмотрев проблемы телефонии, перейдем к сервисной службе.

Для клиента немаловажным фактором является время «прибытия» сервисных инженеров. Если клиенту назначено определенное время «прибытия» специалиста, то он будет ожидать их к этому времени. Но сервисному инженеру, как правило, за день нужно обслужить не одного клиента, и до них нужно еще добраться. Следовательно, возникает необходимость построения маршрутов экипажей монтажной службы и их визуализации на карте. Для построения маршрутов необходимо располагать точным адресом клиента, но и это не всегда приведет к положительному результату. В силу плохой детализации географических карт вне крупных городов даже наличие адреса не гарантирует правильное построение маршрута. В частном секторе эта проблема набирает обороты и, в лучшем случае, мы сможем увидеть название населенного пункта и улиц. На данный момент решением является словесное описание маршрута, что приводит к недопониманию и выездам на ошибочные адреса. Эту проблему можно решить с помощью географических координат, которые исключают человеческий фактор и едины для всех сервисов, таких как Яндекс, Google, 2ГИС и др.

Сегодня существует множество продуктов, решающие задачу построения маршрутов. Но они являются готовыми продуктами на коммерческой основе и не имеют возможностей интеграции со средствами автоматизации бизнес-процессов предприятий. Поэтому наиболее перспективным является использование существующих сервисов и услуг, предоставляемых в открытом доступе.

Данная разработка должна предоставлять множество возможностей, связанных как взаимодействием с базой данных, так и с системой GPS трекингов (для отслеживания) передвижения сервисных инженеров. Имея в штате несколько разных разъездных специалистов с разными обязанностями необходимо учесть специфику работы каждого сотрудника.

На сегодняшний день рынок заполнен большим ассортиментом разного рода компьютерной техники.

Проведенный анализ показал, что наиболее оптимальным решением поставленных задач будет планшет с GPS модулем, который позволит взаимодействовать с тар-сервисами.

Ключевой задачей является регистрация координат на объекте. Существует возможность работы с геокодировщиком, который позволяет получать координаты по почтовым адресам, но это не достаточно надежный способ. Поэтому регистрация координат, с занесением их в базу данных будет происходить онлайн, при первом посещение клиента. Полученные данные можно использовать для отображения объектов на картах, построения маршрутов до каждого объекта от заданной точки. Построение маршрута для автомобиля с возможностью расчета времени с учетом пробок позволит планировать работу и оптимизировать ее. Сотрудники смогут оперативно отчитываться о выполнении заданий несколькими нажатиями, а не возить с собой кипы бумаг и, впоследствии, сдавать их в конце рабочего дня. Возможность расчета примерного времени прибытия позволит прогнозировать работу, а так же уведомлять клиентов, чтобы они тоже могли планировать свое время. Статистика по дорожным ситуациям, которую ведут тар-сервисы, позволяет планировать маршруты на любой день. Еще одной важной задачей является возможность изменения маршрута в реальном времени. Для этого нужно отображать все «рабочие» маршруты на карте одновременно, а так же приоритетные и актуальные заявки и задачи. В случае необходимости можно будет дополнять маршруты новыми точками одним движением компьютерной мыши. Используя GPS-трекинг можно контролировать отклонения от маршрута и тем самым

исключить нерациональное использование рабочего времени и автомобиля. Общая картина, визуализированная на карте, позволит быстро ориентироваться и изменять необходимые части.

Применение предлагаемых решений позволит добиться улучшения качества обслуживания клиентов и производительности труда. Таким образом, оператору call-центра необходимо нажать всего одну кнопку в диалоговом окне, чтобы получить всю необходимую информацию о клиенте. На основе этой информации, входящий звонок будет направляться в соответствующий отдел, клиенту не придется объяснять несколько раз свою проблему при переадресации, затрачивая на это свое время.

В свою очередь оптимизация маршрутов сервисных инженеров позволит планировать разъездную работу. Тем самым можно своевременно уведомлять клиента о прибытии инженера, что, несомненно, будет положительно сказываться на имидже компании. Возможность изменения маршрутов в реальном времени позволит «закрывать» заявки, возникающие в ходе рабочего дня и не требующие больших временных затрат. Начальник монтажной службы сможет контролировать передвижение своих подчиненных, что должно положительно сказаться на работе всего подразделения в целом. А сами сотрудники смогут оперативно уведомлять начальство о ходе и выполнении работ.

Таким образом, сотрудники call-центра и сервисные инженеры будут рационально использовать рабочее время, производительность труда увеличится, клиенты будут обслуживаться быстрее и качественнее, что положительно скажется на лояльности клиентов.

### Список литературы

1. Быкадоров В.Л. Финансово-экономическое состояние предприятия: Практическое пособие/ Быкадоров В.Л., Алексеев П.Д.. - М.: Приор, 2000. - С.95
2. Гаврилова, А.Н. Финансы организаций (предприятий): учебник для ВУЗов/А.Н. Гаврилова, А.А. Попов. - Изд. 3-е, перераб. и доп.. - М.: КноРус, 2007. – С.598.
3. Алексеева М.М. «Планирование деятельности фирмы» – М.: Издательство МНИИПУ, 2005. – 762с.
4. Бухалков М.И. «Планирование на предприятии» – М.: ИНФРА-М, 2007. – 416с.

## К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Сидорчик Е.В.,**

Северо-Кавказский Горно-Металлургический институт  
(Государственный Технологический университет) (г. Владикавказ)  
tekaitoka@bk.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается возможность повышения производительности работы станков с числовым программным управлением посредством внедрения научно-технических систем и оценки влияния времени работы, которое тратит оператор станка при работе с корпусными деталями. Предложены эффективные методы повышения точности обработки деталей при добавлении дополнительных параметров в программный код управляющей программы.

*Ключевые слова:* станки с числовым программным управлением, повышение эффективности, производительность, время работы, программный код.

## ON THE INCREASE EFFICIENCY OF NUMERICAL CONTROL IN INDUSTRY

**Sidorchik E.,**

North-Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State University of Technology)

*Abstract.* The possibility of increasing the productivity of machine tools with numerical control by assessing the impact of working time that it takes the machine operator when working with the housing parts. Effective methods to improve the accuracy machining by adding additional parameters to the code of the control program.

*Keywords:* Machine tools with numerical control, increased efficiency, productivity, time, code

**В**ведение. Невзирая на грандиозное многообразие токарных и фрезерных систем металлорежущих станков, главные направления становления их потребительских параметров практически не отличаются от вида оборудования и издаваемой им продукции. Для анализа возможностей становления металлорежущих станков выделим следующие направленности.

Главными превосходством станков с ЧПУ (числовым программным управлением) сравнивая со станками с ручным управлением считаются: повышение точности обработки; обеспечение взаимозаменяемости элементов в серийном и мелкосерийном производстве, уменьшение или же полная ликвидация разметочных и слесарно-притирочных дел, простота и небольшое время переналадки; сосредоточение переходов обработки на одном станке, собственно приводит к сокращению

расходов времени на установку заготовки, уменьшению количества операций, используемых средств в незавершенном производстве [1], издержек времени и средств на транспортирование и контроль составных частей; уменьшение цикла подготовки производства свежих продуктов и сроков их поставки; достижение высочайшей точности обработки элементов, т.к. процесс обработки не находится в зависимости от умений и проницательности оператора; повышение производительности станка вследствие оптимизации научно-технических характеристик, автоматизации всех движений.

Станки с ЧПУ вне зависимости от класса точности используются в основном для работ оправданных научно-техническим назначением станка, размерами фрез, сверл, резцов и так далее. Детали и изделия, подлежащие чистовой обработке на станках с ЧПУ, должны быть без коррозии, пригаров и окалин.

**Постановка задачи исследования.** Увеличение производительности поддерживается помимо прочего сосредоточением операций на одном станке: для корпусных составных частей в авиационной промышленности такая обработка на одном станке с ЧПУ заготовки с 5 сторон, для тел вращения такая обработка профильной детали, включающая в себя кроме токарных, фрезерных, сверлильных и прочие операции.

ности станка, расцениваемое сокращением калькуляционного времени производства точных продуктов, достигается методом уменьшения главного времени (увеличения режимов резания: повышения частот вращения шпинделей и скоростей перемещения подач) и дополнительного времени (автоматизации установки заготовки и снятия составных частей с помощью внедрения дополнительных параметров и операторов



Рис. 1. Диаграммы оценки потраченного времени в ходе обработки корпусной детали на токарно-револьверном станке с ЧПУ Haas SF20

Эффект от внедрения научно-технических систем в производство характеризуют 3 фактора: качество выпускаемой продукции, производительность[2], количество рабочих на производстве. Широкие перспективы увеличения производительности производства раскрываются с введением в машиностроении станков с ЧПУ нового поколения и адаптивных производственных систем. Увеличение производитель-

ности станка, расцениваемое сокращением калькуляционного времени производства точных продуктов, достигается методом уменьшения главного времени (увеличения режимов резания: повышения частот вращения шпинделей и скоростей перемещения подач) и дополнительного времени (автоматизации установки заготовки и снятия составных частей с помощью внедрения дополнительных параметров и операторов

Для работы на увеличенных режимах резания и при сосредоточения операций станки имеют большую мощность привода[2] основного перемещения при

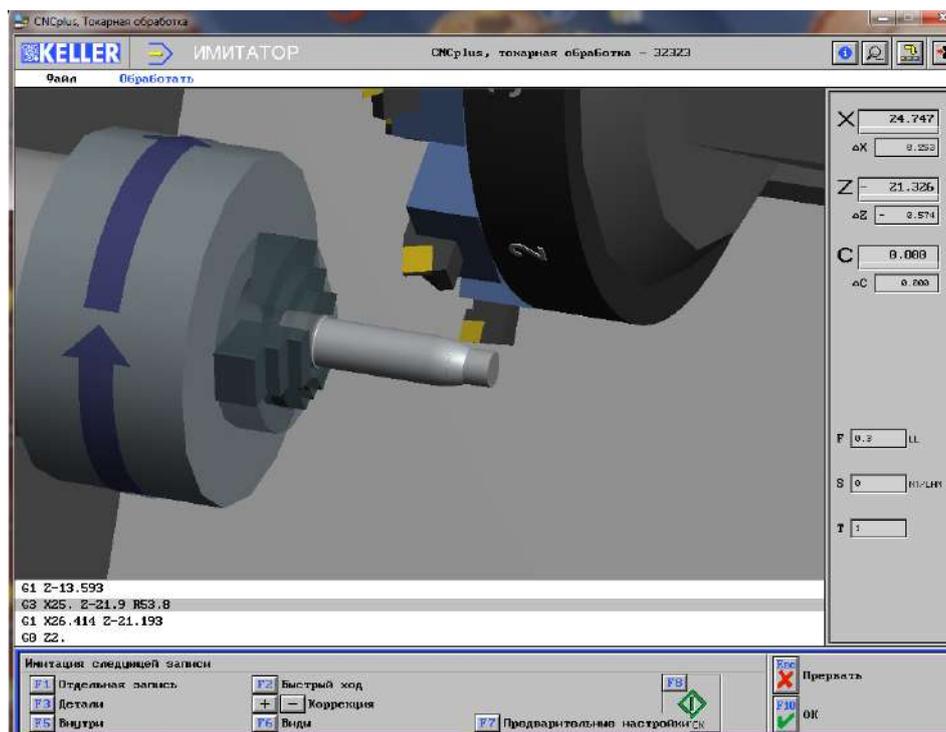


Рис. 2. Проверка работы программы для обработки заготовки на станке с ЧПУ с учетом введения дополнительных параметров обработки внутрь программного кода

широкой регулировке частоты вращения шпинделя в период рабочего цикла.

Также возможно гарантировать устойчивость отмеченных признаков во времени, принимая во внимание, что, собственно обработка будет наиболее точной с применением характеристик отдельных металлов и прочих материалов. При исполнении предписанных условий повысится в целом точность обработки производства главных составных частей станка, точность обработки конструкции и регулирования, шпиндельных узлов, износостойкость опор, устойчивость во времени объемов, размеров и формы корпусных элементов.

Для увеличения точности обработки на станках станут принимать на вооружение специализированные системы и прибора компенсации регулярных ошибок ходовых болтов, обращающих и прочих деталей станков. В станки встраиваются приборы микропроцессорного управления и всевозможные высокоточные измерители, имеющие высшую разрешающую

способность: для линейных и угловых движений (рис. 2), полного контроля текущей температуры, тензометрические преобразователи и прочие составляющие автоматики. Система управления точностью обработки на станке характеризует обратную взаимосвязь привода через микропроцессорную систему управления.

Использование станков с ЧПУ разрешает решить ряд социальных задач: значительно улучшить условия труда рабочих станочников, гораздо минимизировать долю нелегкого ручного труда, изменить состав сотрудников механообрабатывающих цехов.

Цена станков с ЧПУ существенно превосходит цену станков с ручным управлением[3]. Также, образуются дополнительные издержки на подготовку программ управления, наладку прибора вне станка[4], сервис устройств металлорежущего станка и приспособлений ЧПУ. В критериях внедрения достаточно дорогого оборудования нужно наиболее конструктивным образом внедрять научно-технические разработ-

ки, избирать режущий и дополнительный инструмент, принимать на вооружение новейшие технологические полномочия станка, адекватно избирать модель станка и номенклатуру обрабатываемых на нем составных частей.

**Критические обсуждения результатов исследований.** На базе обобщения навыка эксплуатации станков с ЧПУ установлено, собственно, раз при их введении штучное время ужимается на 50% в сравнении с обработкой на станках с ручным управлением, то, невзирая на дополнительные расходы, поддерживается единое сокращение затрат. Экономический результат выдает обработка элементов на станках с ЧПУ, производство которых на станках с ручным управлением соединено с использованием дорогостоящей научно-технической оснастки (кондукторов, фасонных режущих приборов), затратами времени на наладку научно-технической системы в сравнении с оперативным временем.

На станках с ЧПУ целесообразно обрабатывать составные части непростой конфигурации, при обработке которой будет одновременное движение трудящихся органов станка по нескольким осям координат (контурная обработка), составной части с некоторым количеством переходов обработки. На станках с ЧПУ довольно просто и с наименьшими расходами можно откорректировать код управляющей программы, вследствие этого на данном оборудовании, возможно, обрабатывать детали и заготовки, конструкция которых изменяется.

Для станков с ЧПУ разработаны рекомендации по увеличению общего эффекта от их использования, учитывающие отличительные черты конструкции станков и микропроцессоров ЧПУ:

- целесообразно использовать многоместные механизмы, обеспечивающие обработку нескольких схожих либо различных по системы составных частей;
- на станках с ЧПУ следует использовать плиты с отверстиями либо пазами, это уменьшает время наладки и переналадки оборудования на новую заготовку; также, это защищает от изнашивания рабочие плоскости стола.

- учет времени позиционирования, смены прибора, поворота револьверного инструмента, рабочего стола может правильно рассчитать очередность обработки отверстий (например, когда с учетом расходов времени одним инструментом обрабатывают ряд отверстий поперечника, или же любое отверстие обрабатывают со сменой резца). Сначала рекомендуется исполнять переходы, которые требуют большей по абсолютному значению частоты вращения шпинделя.

Поскольку станки: с ЧПУ достаточно дорогостоящие, то следует использовать самые совершенные микропроцессоры и использовать более активные режимы обработки металлов. Имеет смысл использовать резцы и фрезы со сменными пластинами с покрытием (даже для сверления и развертывания), либо инструмент, уплотненный композитами.

Единая рекомендация при применении станков с ЧПУ — следует экономить время на научно-технические исследования, выбор оптимальных режимов резания, научно-технической оснастки. Обширное использование передовых качественных приборов, разнообразных механизмов, адаптивных приборов диагностики, позволит значительно увеличить эффективность применения станков с ЧПУ.

Для предостережения досрочного изнашивания инструмента или же образования задиров на резцах и фрезах, изнашивания шпиндельных подшипников не следует на станках с ЧПУ устанавливать заготовки, чрезмерное стягивание гаек крепления которых, имеет место в процессе загрузки материала.

Анализируя эту информацию для более точного вида промышленного производства, возможно, сконструировать более продуктивные пути увеличения производительности оборудования. Так, к примеру, для серийного производства на станках с ЧПУ HaasSF20 для уменьшения времени загрузки заготовки и выгрузки составные части имеет смысл использовать автоматические патроны, что обеспечит уменьшение циклового времени загрузки-выгрузки с 7% до 3%.

Опытным путем установлено, что оптимизация кода управляющей программы уменьшает дополни-

тельное научно-техническое время автоматической смены прибора, переключения скорости шпинделя, обработки M функций с 28% до 1015%. Следовательно, с помощью доработки технологического процесса вероятно увеличение совместной производительности станков Haas SF20 на 20%.

### Список литературы

1. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент. -3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, - 1976
2. Татаркин Е.Ю. Точность обработки с позиций системного анализа. В кн.: Отделочно-чистовые методы обработки и инструменты автоматизированных производствах. Межвуз. сб./Алтайский политехи, ин-т. Барнаул.- 1989, с. 8390.
3. Шпур Г., Ф.-Л. Краузе. Автоматизированное проектирование в машиностроении/ Пер. с нем. Г.Д. Волковой и др.; Под ред. Ю.М.Соломенцева, В.П. Диденко. - М.-Машиностроение, 1988.-648 с.
4. Slavicek J., "The Effect of Irregular Tooth Pitch on Stability of Milling", Proc. Adv.MTDR Conf. №. 6, 1965, p.5.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАСШИРЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

**Сидорчик Е.В.,**

Северо-Кавказский Горно-Металлургический институт  
(Государственный Технологический университет) (г. Владикавказ)  
tekaitoka@bk.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается возможность повышения эффективности за счет обеспечения технологичности обработки детали или заготовки на станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Предлагается использовать базу данных, а вместе с ней информационно-поисковую подсистему, которые должны располагать классифицированной и отсортированной информацией о типовых и групповых технологических процессах обработки.

*Ключевые слова:* станок с числовым программным устройством, технологический процесс программирования, повышение эффективности, выполнение программно-точных операций.

## ENHANCING THE TECHNOLOGICAL CAPABILITIES HANDLING PARTS ON A MACHINE WITH NUMERICAL CONTROL

**Sidorchik E.,**

North-Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State University of Technology)

*Abstract.* The possibility of increasing the efficiency by ensuring manufacturability of the part or the workpiece on machine tools with numerical device (CNC). It is proposed to use the database, and with it the information retrieval subsystem, which should have sorted and classified information about the model and group processes processing.

*Keywords:* lathe with numerical programmed device, the technological process of programming, the improvement of efficiency, implementation of software and precise operations.

**В**ведение и постановка задачи исследования. Одним из основных направлений развития машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности является автоматизация, которая обеспечит реальное повышение производительности труда. Темпы роста производства станков с числовым программным управлением (ЧПУ) продиктованы прежде всего задачами, стоящими перед промышленностью. Однако методы автоматизации массового производства, основанного на выпуске однотипных деталей, неприменимы в мелкосерийном и серийном производстве. Металлорежущие станки с ЧПУ сочетают в себе высокую производительность и точность специальных автоматов с универсальностью неавтоматизированных станков общего назначения. Используя такие станки, следует знать, что их мож-

но быстро перенастраивать, они не требуют сложного инструмента и сложной оснастки.

Существенным фактором повышения эффективности является обеспечение технологичности обработки детали или заготовки на станках с числовым программным устройством (ЧПУ) еще на стадии проектирования. Для этого конструктор усматривает унификацию элементов детали с целью уменьшения количества необходимого инструмента и трудоемкости программирования управляющей программы, возможность полной обработки детали при наименьшем числе переустановок, минимальную деформацию детали при закреплении и в процессе обработки, возможность групповой обработки деталей [1], обеспечивающей сокращение затрат на оснастку, инструмент и автоматизацию подготовки. Основной трудностью

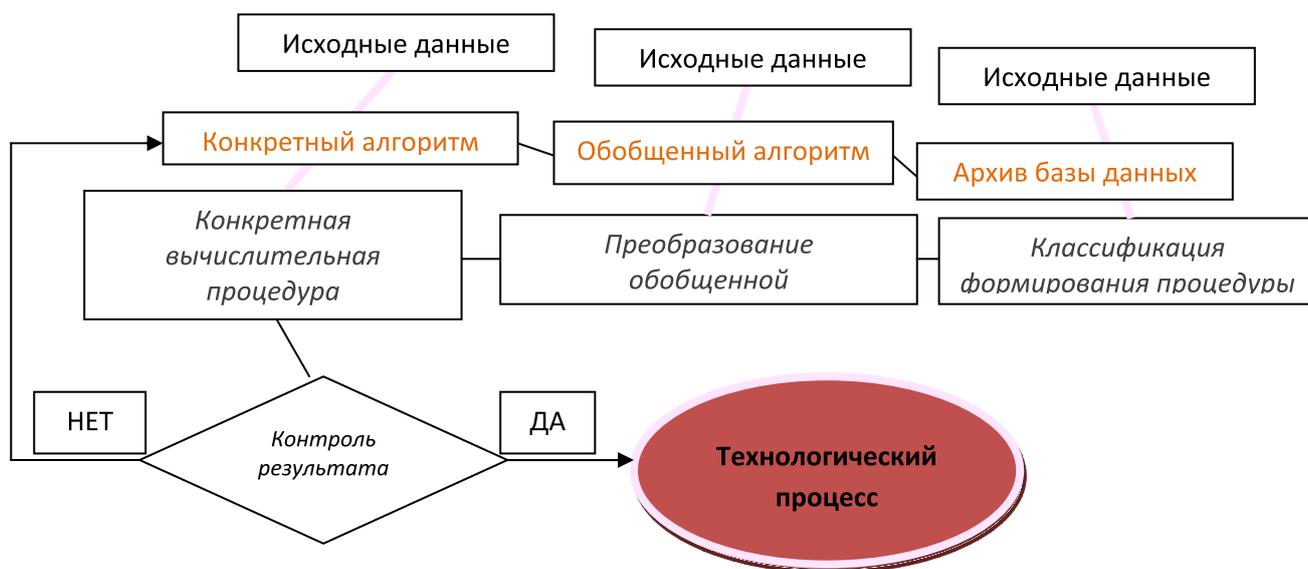


Рис. 1. Схема автоматизированного проектирования технологических процессов при подготовке к обработке детали на станке с ЧПУ

здесь является отсутствие единой научной методики проектирования оптимального технологического процесса. Задача проектирования технологических процессов характерна многовариантностью решений даже для сравнительно простых деталей. Наиболее сложную задачу, проблему для автоматизации с применением современных информационных технологий представляет проектирование оптимального маршрута геометрической обработки детали полностью.

**Предлагаемые методы решения.** Алгоритм построения технологического маршрута обработки детали зависит от многих факторов, как производственных (наличие свободного для использования оборудования, оснастки и инструмента, методов получения заготовки), так и технологических и конструктивных особенностей детали и предъявляемых технических требований (допускаемой шероховатости детали, жесткости и требуемой точности).

Для выбора оптимального технологического процесса необходимо сопоставить большое количество вариантов [2]. Для автоматизации и расширения технологических возможностей обработки деталей на станках с ЧПУ необходима база данных, а вместе с ней информационно-поисковая подсистема, которые

должны располагать классифицированной и отсортированной информацией о типовых и групповых технологических процессах обработки, деталях, оборудовании, оснастке, инструменте и других сведениях производственно технологического характера (рис. 2).

Перспективным направлением является также машинное проектирование технологических процессов на основе теории распознавания чертежей. Сочетание системы распознавания чертежа [2] по существующим апробированным технологическим процессам обработки на станках с ЧПУ является хорошей основой для разработки системы полной автоматизации программирования технологического процесса обработки.

Чем выше концентрация обработке на станке с ЧПУ по сравнению с универсальным оборудованием, тем выше эффективность применения системы числового управления. При обработке деталей средней сложности на обычных станках технологический процесс насчитывает 10-20 и более операций. Для каждой операции требуется выделить станок, спроектировать оснастку, режущий и измерительный инструмент, разработать операционную технологию. После каждой операции деталь необходимо снимать со станка, транс-

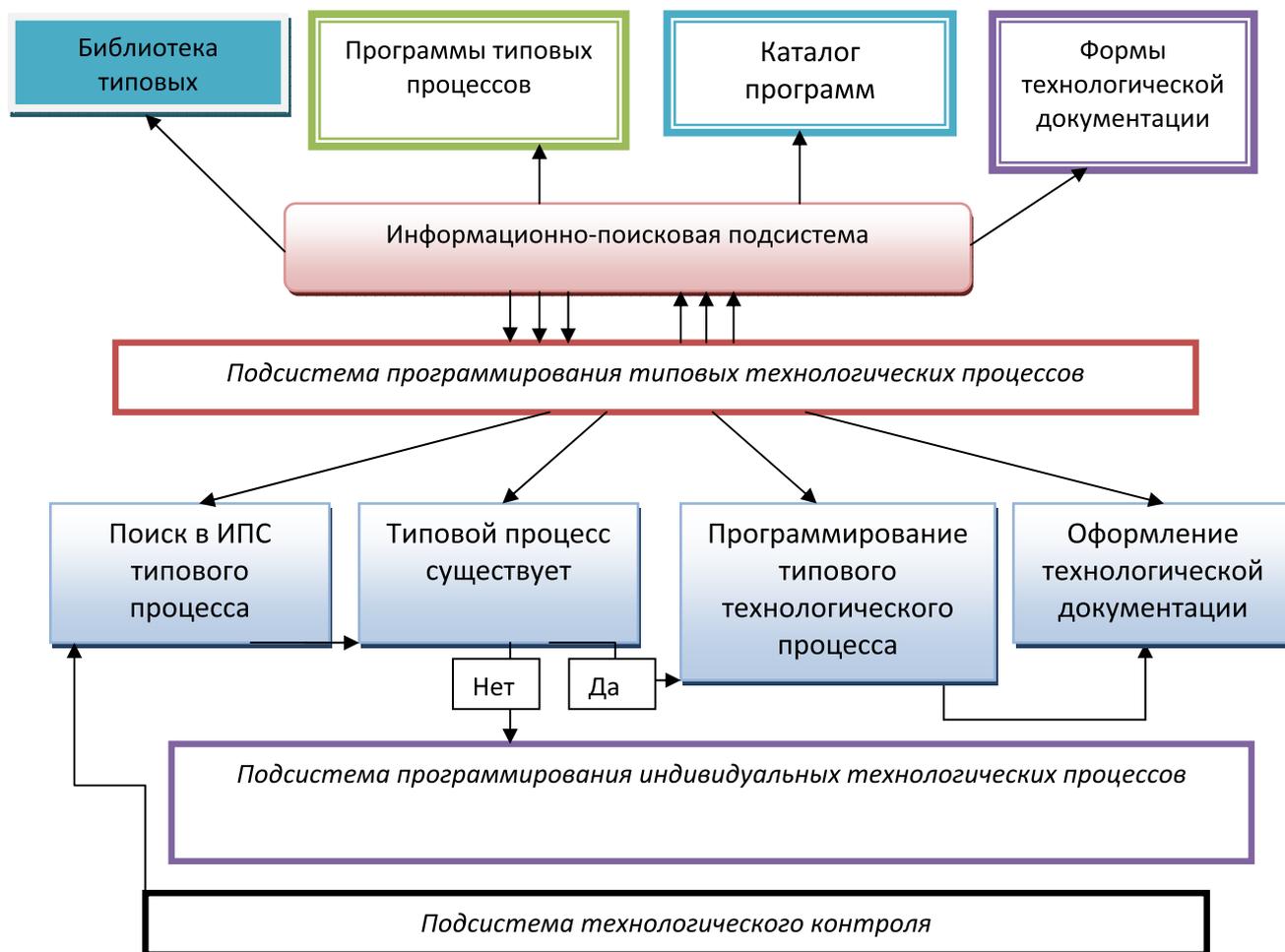


Рис. 2. Схема автоматизированной подсистемы программирования типовых технологических процессов

портировать на другой станок, где заново установить и закрепить, производить необходимую настройку и регулировку станка, приспособления и инструмента. Это увеличивает длительность цикла обработки.

Технологические возможности станков с ЧПУ значительно превышают возможности универсального оборудования, что позволяет сконцентрировать всю обработку на одной или ограниченном числе операций, общее число операций технологического процесса при использовании станка с ЧПУ значительно сокращается. Степень концентрации обработки при переводе изделия на станок с ЧПУ выразим при помощи коэффициента эффективности. Определим коэффициент эффективности как отношение числа опера-

ций некоторого базового варианта обработки к числу операций технологического процесса при использовании станка с ЧПУ:

$$K_{эф} = \frac{A_0}{A_{ЧПУ}}$$

С увеличением  $K_{эф}$  трудоемкость обработки будет сокращаться. Трудоемкость обработки детали можно выразить формулой:

$$T = \sum_i^{A_{ЧПУ}} \left( t_M + t_B + \frac{t_{ПЗ}}{n} \right)_i,$$

где  $t_M$  – машинное время, мин;  $t_B$  – вспомогательное время, мин;  $t_{ПЗ}$  – подготовительно-заклучи-

тельное время, мин;  $n$  – число деталей в партии;  $A_{\text{ЧПУ}}$  – число операций.

Рассмотрим, как изменяется величина элементов этой формулы при увеличении коэффициента концентрации. Машинное время остается постоянным или сокращается на 20-30% за счет интенсификации режимов резания на станке с ЧПУ. Вспомогательное время включает в себя четыре вида затрат рабочего времени: на постановку и снятие детали; на холостые движения, связанные с переходом от одной обрабатываемой поверхности к другой или с несколькими проходами при обработке одной поверхности; на контроль обработки и управление станком [3]. Первый вид затрат сокращается существенно, так как на каждой операции деталь нужно поставить и снять по одному разу. Затраты времени, связанные с переходами и проходами, сокращаются незначительно только за счет более высоких скоростей холостых перемещений в автоматических циклах. Затраты времени на контроль детали в процессе каждой операции полностью исчезают в силу того, что автоматический цикл не предусматривает промежуточного контроля. Затраты времени на управление сокращаются – вместо ручного управления автоматическое переключение механизмов управления при помощи пневмогидроаппаратуры, электро-механических устройств требует меньше времени. В целом вспомогательное время сокращается примерно на 50% и более.

Подготовительно-заключительное время для станков с ЧПУ в среднем 45-60 минут. Доля этого времени, отнесенная на одну деталь, составляет обычно несколько минут. При концентрации обработки оно сокращается пропорционально величине коэффициента концентрации, а вместе с ней повышается трудоемкость детали. Следовательно, чем больше операций с система ЧПУ на станке, тем большая эффективность может быть достигнута.

Чем сложнее деталь, тем выше эффективность числового управления. Сложность детали при обработке определяется числом поверхностей, подлежащих обработке, их формой и расположением, материалом, размерами, необходимой точностью обработки и шероховатостью поверхности, технологичностью

конструкции. Производя подбор деталей для станков с ЧПУ, необходимо ориентироваться на сложные детали, имеющие криволинейные поверхности, требующие при обработке значительного числа переходов и проходов и т.д.

Чем меньше серия, тем выше эффективность числового управления. Под серией обычно понимают общее число изделий в заказе, одинаковых по конструкции и технической характеристике. Увеличение партии приводит к росту незавершенного производства [4] вследствие увеличения длительности производственного цикла и может войти в противоречие с интересами рационального использования оборотных средств промышленного предприятия. Опыт эксплуатации станков с ЧПУ показывает, что при величине 10-15 деталей использование станка уже становится эффективным.

Чем больше объем разметочных и пригоночных работ, тем выше эффективность числового управления. Применение станков с ЧПУ позволяет повысить качество изготавливаемых деталей, уменьшает процент брака и объем слесарных работ, связанных с подгонкой и доводкой деталей при сборе.

Когда говорят, что конструкция детали должна быть технологичной, подразумевают такую деталь, которая полностью удовлетворяет своему эксплуатационному назначению и в то же время может быть изготовлена наиболее просто и эргономично. Обработка деталей на станках с ЧПУ предъявляет дополнительные требования к технологичности их конструкции.

Так, например, при обработке на фрезерных станках плоских деталей все радиусы  $R$  сопряжения смежных участков контура должны быть по возможности одинаковыми. Величина  $R$  должна соответствовать нормальному ряду типоразмеров концевых фрез (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 18, 20, 22, 25, 30 мм). Конструкция детали должна обеспечивать ее обработку и наименьшим числом переустановок, чтобы сохранить единство баз. В конструкции корпусных деталей желательно иметь два базовых отверстия, которые должны быть максимально удалены друг от друга.

**Критическое обсуждение результатов исследований.** Использование базы данных, а вместе с

ней информационно-поисковой подсистемы технологической подготовки производства, которые должны располагать классифицированной и отсортированной информацией о типовых и групповых технологических процессах обработки, деталях, оборудовании, оснастке, инструменте и других сведениях производственно технологического характера для автоматизации и расширения технологических возможностей обработки деталей на станках с ЧПУ повышает в 5 раз эффективность вычислительного процесса.

Сокращение машинного времени – важный резерв повышения производительности станков с ЧПУ. В агрегатных станках, специальных и специализиро-

ванных автоматах массового и крупносерийного производства основным путем сокращения машинного времени является многоинструментальная обработка, при которой деталь одновременно обрабатывается несколькими инструментами. Для станков с ЧПУ этот путь не годится, так как лишает станок основного преимущества — широкой универсальности.

Станок с ЧПУ обладает всеми качествами для оптимизации режимов резания: высокой мощностью главного привода, высокой жесткостью конструкции, высокой виброустойчивостью, широким диапазоном регулирования частоты вращения шпинделя. Исходя из этого, машинное время на станках с ЧПУ может быть сокращено на 20-30%.

### Список литературы

1. Гжиров Р.И., Серебеницкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ. Справочник, Л., Машиностроение, 1990-592с.
2. Гузеев В. И., Батуев В. А., Сурков И. В. Режимы обработки для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением. Справочник, Санкт-Петербург, Машиностроение, 2007- 368с.
3. Татаркин Е.Ю. Точность обработки с позиций системного анализа. В кн.: Отделочно-чистовые методы обработки и инструменты автоматизированных производствах. Межвуз.сб./Алтайский политехи, ин-т. Барнаул.- 1989, с. 8390.
4. Шпур Г., Ф.-Л. Краузе. Автоматизированное проектирование в машиностроении/ Пер. с нем. Г.Д.Волковой и др.; Под ред. Ю.М.Соломенцева, В.П. Диденко.- М.-.Машиностроение, 1988.-648с.

# МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА НАКЛОНА ЛИЦА НА ФОТОГРАФИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ

**Федоров Д.М.,**

аспирант, Национальный авиационный университет,  
vorodefdm@gmail.com

*Аннотация.* Проанализированы литературные источники по распознаванию изображений лиц. Обнаружено, что в существующих алгоритмах распознавания не учитывается наклон лица в глубину вперед или назад, что снижает вероятность правильной идентификации личности. Дано описание алгоритма эластичного графа для определения ключевых точек лица, информация о которых будет использована в данной статье. Имея информацию о ключевых точках, разработан метод определения угла наклона лица в глубину на фотографии для повышения качества идентификации личности.

*Ключевые слова:* лицо, изображение, наклон, распознавание, алгоритм.

## METHOD FOR DETERMINING THE ANGLE OF THE PHOTOS ON TO IMPROVE THE QUALITY OF IDENTIFICATION

**Fedorov D.M.,**

graduate student, National Aviation University

*Abstract.* The literature sources for the recognition of faces. It was found that the existing recognition algorithms do not take into account the slope of the face in depth forward or backward, which reduces the probability of correct identification. The description of the elastic graph algorithm to identify key points of the face, details of which will be used in this article. Having the information on the key points, developed a method for determining the angle of inclination of the person in depth on the pictures to improve the quality of personal identification.

*Keywords:* face, image, tilt, pattern recognition, algorithm.

### Введение

**В** последнее время широкое распространение получили информационные системы, в которых применяется технология распознавания лица с целью идентификации личности. Эта технология идентификации, наряду с технологиями распознавания голоса, наилучшим образом подходит для интеллектуальных сред нового поколения. Подсистемы идентификации личности с применением технологии распознавания лица могут быть использованы в автоматизированных системах безопасности, например, на государственных пунктах пропуска, в крупных аэропортах, различных общественных местах и пр. с целью идентификации разыскиваемых персон с одновременной передачей соответствующей оперативной

информации службам, занимающимся установлением личности.

В наше время чаще всего идентификация и установление личности проводится все таки с использованием конкретных данных о ней (фамилия, имя, отчество, дата рождения, пол, гражданство). Но может быть ситуация, когда устанавливаемое лицо проходит под разными установочными данными. В таком случае только наличие точных установочных данных может помочь найти его в базе данных. Кроме того, если говорить об использовании идентификации личности в интернете, то традиционные системы идентификации требуют знания пароля, наличия ключа, идентификационной карточки или иного идентифицирующего предмета, создающего порой пользователям таких систем существенные трудности: иденти-

фицирующий предмет может быть забыт, утерян или скомпрометирован.

В отличие от традиционных биометрические системы идентификации основываются на уникальных биологических характеристиках человека, которые трудно подделать и которые однозначно определяют конкретного человека. К таким характеристикам относятся, например, отпечатки пальцев, форма ладони, узор радужной оболочки и изображение сетчатки глаза. Лицо, голос и запах каждого человека так же индивидуальны.

Распознавание человека по изображению лица выделяется среди биометрических систем тем, что, во-первых, не требуется дорогостоящего специального оборудования. Для большинства приложений, использующих метод распознавания человека по изображению его лица, достаточно персонального компьютера средней мощности и обычной видеокамеры. Во-вторых, не нужен физический контакт идентифицируемого человека с техническими устройствами: нет необходимости к чему-либо прикасаться или специально останавливаться и ждать срабатывания системы. В большинстве случаев достаточно просто пройти мимо или задержаться перед камерой на непродолжительное время.

К недостаткам распознавания человека по изображению лица следует отнести то, что сама по себе такая система не обеспечивает 100%-ой надежности идентификации. Там, где требуется высокая надежность, применяют комбинирование нескольких биометрических методов.

### Алгоритм эластичного графа

Для определения угла наклона лица на изображении нужно иметь информацию о расположении идентификационных точек лица. Для ее получения будет использоваться алгоритм эластичного графа. Далее дано краткое описание этого алгоритма.

В основе алгоритма лежит вейвлет-преобразование Габора. Главная идея вейвлетного преобразования — частотно-локальное (частотно-временное) представление сигнала, в отличие от таких частотных

преобразований, как преобразование Фурье или косинусное преобразование, дающих информацию только о частотных характеристиках сигнала, безотносительно тому, когда и какие частотные компоненты имели место быть в сигнале [1].

Вместо представления некоторой функции в виде суммы взвешенных дельта-функций (пространственно-временное представление) или суммы взвешенных синусоид (частотная область) в вейвлетном представлении функция представлена суммой некоторой базовой функции при различных сдвигах и масштабах. Эта базовая функция  $\psi(t)$  называется вейвлетом [1]. Вейвлеты должны быть пространственно локализованы, иметь равные площади над и под осью графика, и не равны нулю только на конечном интервале:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \psi(t) dt = 0.$$

Также желательно, чтобы вейвлетный базис был ортонормированным, т.е. произведение любых различных векторов (базисных функций) равно нулю, и длина каждого вектора (норма функции) равна единице. Таким образом, вейвлетные коэффициенты будут нести максимум независимой информации.

Простейшее преобразование для представления функций — это преобразование Хаара. Но как раз из-за его простоты оно плохо подходит для представления сложных функций. Имеются также более сложные вейвлет-преобразования, например такие как вейвлеты Добеши (преобразование Хаара — их частный случай). Они локализованы по времени и по частоте и обладают фрактальными свойствами, т.е. на каждом масштабе вейвлет Добеши (как и все остальные вейвлеты) является уменьшенной копией самого себя.

Ниже приведен общий вид вейвлетного преобразования и вычисление вейвлетных коэффициентов функции  $f(t)$

$$W(\mu, \nu) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \psi_{\nu}^{\mu}(t) dt, \quad \forall \nu, \mu,$$

где  $\mu$  — масштаб;  $\nu$  — сдвиг базисной функции (вейвлета)

$$\Psi_v^\mu(t) = \frac{1}{\sqrt{\mu}} \Psi\left(\frac{t-v}{\mu}\right).$$

На практике обычно используется дискретное вейвлетное преобразование, масштаб и сдвиг базисного вейвлета изменяется дискретными шагами. Масштаб, как правило, на каждом шаге уменьшается в геометрической прогрессии  $2^{-m/2}$  ( $m$  – шаг), а шаг смещения выбирается пропорционально масштабу. Обратное преобразование (реконструкция) имеет вид

$$f(t) = \iint \Psi_v^\mu(t) W(\mu, v) \frac{d\mu dv}{\mu^2}.$$

Основным прикладным назначением вейвлетных преобразований является сжатие изображений. Кроме того, вейвлетное преобразование используется для извлечения ключевых характеристик изображений и поиска участков с одинаковыми свойствами на разных изображениях.

Как уже было сказано, алгоритм эластичного графа основывается на вейвлет-преобразовании Габора. Также, из названия алгоритма видно, что базовым объектом представления для алгоритма эластичного графа является размеченный граф. Ребра графа помечаются информацией о расстоянии между узлами, а узлы помечаются локальными откликами вейвлет-преобразования, которые условно называют джетами (jets) [2]. Джет описывает маленький фрагмент полутонового изображения  $I(\bar{x})$  вокруг заданного пикселя  $\bar{x} = (x, y)$  [2]. Описание джета основано на вейвлет-преобразовании Габора, определяемом как свертка

$$J_j(\bar{x}) = \int I(\bar{x}') \psi_j(\bar{x} - \bar{x}') d^2 \bar{x}'$$

с семейством функций Габора

$$\psi_j(\bar{x}) = \frac{k_j^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_j^2 x^2}{2\sigma^2}\right) \left[ \exp(ik_j \bar{x}) - \exp\left(-\frac{\sigma^2}{2}\right) \right]$$

в форме плоских волн с волновым вектором  $\bar{k}_j$ , ограниченным огибающей Гаусса. Обычно используют дискретный набор из 5-ти различных частот с индексами  $v = 0..4$ , и 8-ми ориентации с индексами  $\mu = 0..7$

$$\bar{k}_j = \begin{pmatrix} k_{jx} \\ k_{jy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_v \cos \phi_\mu \\ k_v \sin \phi_\mu \end{pmatrix}, k_v = 2^{\frac{v+2}{2}} \pi, \phi_\mu = \mu \frac{\pi}{8},$$

где индекс  $j = \mu + 8v$ . Это квантование равномерно покрывает всю полосу в частотной области. Ширина Гауссиана  $\sigma/k$  контролируется параметром  $\sigma = 2\pi$ . Джет  $J$  определяется как набор  $\{J_j\}$  комплексных коэффициентов Габора, полученных из одной точки изображения. Комплексный коэффициент Габора может быть записан следующим образом

$$J_j = a_j \exp(i\phi_j),$$

где величина  $a_j(\bar{x})$  медленно изменяется в зависимости от местоположения на изображении, и фазы  $\phi_j(\bar{x})$ .

Вейвлеты Габора устойчивы к изменению освещения изображения и к изменению контраста, что достигается путем нормализации джетов. Ограниченная локализация в пространстве и частоте дает определенную величину устойчивости против сдвига, искажения, поворота и масштабирования. Недостатком функций Габора является их чувствительность к фоновым изменениям. Однако, в работах [1,3] показано, что если контур объекта известен, влияние фона можно подавить.

Для того, чтобы представить изображение лица с помощью эластичного графа, следует определить набор лицевых точек (например, зрачки, углы губ, и пр.). Размеченный граф  $G$ , представляющий лицо, содержит  $N$  узлов в этих лицевых точках в позициях  $\bar{x}_n$ ,  $n=1, \dots, N$  и  $E$  ребер между ними. Узлы обозначены джетами  $J_n$ . Ребра  $e = 1, \dots, E$  являются двухмерными векторами и помечены расстояниями  $\Delta \bar{x}_e = \bar{x}_n - \bar{x}_{n'}$ . Ребро  $e$  связывает узел  $n'$  с узлом  $n$ . Такой граф лица является объектно-адаптированным, так как узлы выбраны в точках, специфичных для лица (лицевые точки).

Графы для различных ракурсов головы различаются в геометрии и локальных характеристиках. Несмотря на то, что лицевые точки ссылаются на соответствующие объектные локализации, некоторые из них могут быть скрыты, и джеты, как и дистанции, изменятся вследствие поворота или наклона

в глубину. Для возможности сравнивать графы при различных изменениях ракурса лица требуется вручную определять указатели на соответствующие узлы в различных графах. Джеты, извлеченные из различных изображений лиц, могут значительно отличаться. Следовательно, нельзя ожидать, что можно достоверно находить лицевые точки, согласовывая лишь одну модель с изображениями лиц различных персон. Решается эта задача путем использования обобщенного набора графов моделей для различных лиц - «общее знание о структуре лица» (General Face Knowledge). В общем знании о структуре лица все графы моделей имеют одинаковую структуру, узлы ссылаются на соответствующие лицевые точки. Все узлы, ссылающиеся на одинаковые лицевые точки, связываются вместе и представляют собой различные экземпляры этих локальных лицевых областей. Ребра размечаются усредненными значениями расстояний между узлами. Таким образом, достигается усредненная геометрия лица (рис. 1).

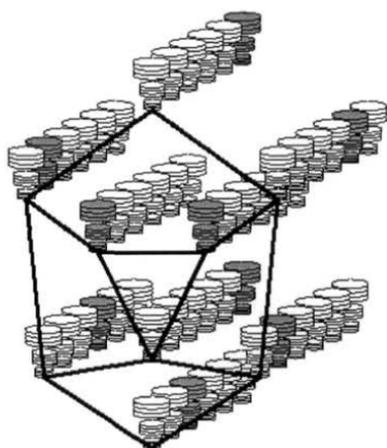


Рис. 1. Обобщенный граф

Обобщенный граф используется для автоматической разметки нового изображения с целью получения графа изображения. При этом каждый узел графа может быть подвергнут сравнению с соответствующим узлом любой из моделей во множестве (рис. 1). Допускаем, что для каждого нового лица и для каждой лицевой точки имеется «экспертный» джет в общих знаниях, достаточно подобный с джетом на новом

лице в этом месте, чтобы приблизительно определить позицию лицевой точки. Помимо получения графа изображения процесс разметки также предоставляет информацию о том, какая модель более подобна новому лицу в любой лицевой точке. Справедливо возникает вопрос об объеме обобщенного графа. Он зависит от степени различия лиц во множестве. Если лица во множестве имеют принадлежность к различным расам, с разным выражением эмоций, разного возраста и т.д., общий граф должен содержать достаточно много различных моделей, чтобы справиться с описанными различиями. Объем обобщенного графа также будет увеличиваться, если требуется достичь желаемой точности согласования при нахождении лицевых точек на новом лице в процессе формирования графа изображения. Точность согласования может быть оценена при разметке обобщенного графа на изображение лица. При этом найденные лицевые точки проверяются вручную.

### Анализ последних исследований и публикаций

На данный момент проблеме распознавания человека по изображению лица посвящено множество работ, однако в целом она еще далека от разрешения. Основные трудности такого метода идентификации личности состоят в том, что система идентификации должна распознавать человека по изображению лица независимо от изменения ракурса, условий освещенности при съемке, а так же при различных изменениях, связанных с возрастом, прической, гримом и т.д. В данной работе будет предложен метод, который позволит сделать распознавание независимым от изменения ракурса лица. Для этого будет предложен метод определения угла наклона лица, который позволит сделать распознавание не чувствительным к наклону лица вперед или назад в глубину. При анализе литературных источников не было найдено никаких сведений о таком искажении.

В работе [2] рассматривается метод сравнения эластичных графов, который способен достаточно надежно распознавать изображения при изменениях ракурса (повороте влево или вправо в глубину) до  $22^\circ$ .

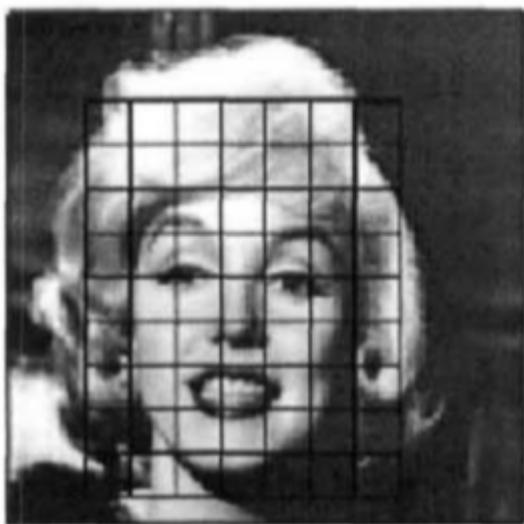
При больших углах точность распознавания изображения резко уменьшается, функция подобия оказывается более чувствительной к ракурсу, чем к межклассовым различиям. Но про наклон лица на изображении вперед или назад в работе [2] ничего не сказано.

В работе [4] предложен метод, в котором для оценки точности определения углов поворота изображения лица предлагается использовать трехмерные модели лиц, получаемые путем трехмерного сканирования. Первым шагом в оценке точности является получение трехмерной модели лица человека. Для определения ошибок вычисления угловых координат модель поворачивается вокруг осей опорной системы координат на заданные углы, и строится ее проекция на фокальную плоскость виртуальной камеры, ориентированной относительно опорной системы координат. Эта проекция считается изображением повернутого лица, по которому осуществляются оценки углов поворотов изображения с помощью косвенных методов измерения, реализованных в программе оценки соответствия изображения лица требованиям ГОСТ. Возможно, такой метод позволил бы определить не только угол поворота лица, но и угол его наклона вперед или назад. Но в работе [4] задача упрощается тем, что используется трехмерная модель лица и вследствие этого задача определения угла наклона или поворота становится тривиальной.

Но в данной статье в качестве исходной информации для обработки имеется только фотография лица.

В работе [5] описано дальнейшее развитие метода из работы [2], которое заключается в извлечении коэффициентов важности на основе анализа обучающей выборки. Для каждого джета симплекс-методом вычисляется коэффициент важности, который затем используется в алгоритме восстановления параллельного к наблюдателю положения лица. Коэффициенты важности вычисляются из условия максимизации функции подобия для одного и того же лица и минимизации – для различных лиц. Но это не позволяет сделать распознавание нечувствительным к наклону лица на изображении вперед или назад.

Другое улучшение метода заключается в применении линейных преобразований джетов для компенсации изменения ракурса изображения [6]. Существуют также более ранние разновидности этого метода, которые не используют изначально определенные ключевые точки и структуры графа [6]. Одни из них используют для сравнения решетки джетов, наложенные на изображение (рис. 2). В неизвестном изображении отыскиваются точки соответствия и потом по найденным точкам строится искаженная решетка, а затем измеряется мера ее искажения для определения наиболее похожего изображения.



а)



б)

Рис. 2. Эластичная решетка, наложенная на изображение, и ее искажение

В других методах точки извлечения джетов изначально образуют решетку, а затем наименее пригодные для распознавания точки отсеиваются в процессе обучения. Но все эти методы не позволяют определить угол наклона лица в глубину на изображении или сделать распознавание нечувствительным к такому виду искажений.

### Постановка задачи

В целом, сложившиеся подходы к идентификации персон по изображениям человеческих лиц практически устоялись, но имеют недостатки связанные с распознаванием искаженных в глубину изображений. Необходимо совершенствование существующих алгоритмов с целью устранения этих недостатков и таким образом повышения надежности распознавания лиц по фотографии. Как видно из анализа последних исследований и публикаций, проблема распознавания повернутого лица влево или вправо уже решена, но не предложен еще алгоритм распознавания, который учитывает наклон лица на изображении вперед или назад. Поэтому целью данной статьи является разработка метода определения угла наклона лица на фотографии, который позволит сделать распознавание нечувствительным к такому изменению ракурса.

### Решение задачи

Определение угла наклона основано на геометрических особенностях строения лица человека. В качестве априорных данных может быть использована информация об опорных лицевых точках (центры зрачков, кончик носа, крайние левая и правая границы лица, центр губ, нижняя точка лица). Как уже было сказано выше, автоматически получить данные о местоположении опорных точек можно с помощью использования алгоритма эластичного графа, а перечисленные опорные точки этот алгоритм находит уже на первых итерациях.

Выделение и измерение угла наклона лица в глубину (ракурс лица) позволяет, используя известные методы, автоматически преобразовать наклоненное лицо человека во фронтальное (угол наклона равен

0 градусов) и проводить распознавание человека уже для фронтального изображения его лица (рис. 3).

Это значительно снижает затраты на оптимизацию алгоритма распознавания человека по наклоненному изображению его лица. В частности, отсутствует необходимость составления обобщенных графов для выборочных углов наклона лица в глубину [2]. Кроме того, если распознавание лиц будет использоваться при поиске человека в базе данных, то определение угла наклона лица избавляет от необходимости хранить в базе данных несколько изображений лиц одного и того же человека при разных углах наклона в глубину. Следовательно, в базе данных регистрируется и хранится только фронтальное изображение лица человека (например, фотография на документы), а, следовательно, отсутствует избыточность информации, которая могла быть вызвана необходимостью хранения данных для изображений лица человека при различных ракурсах. В целях разработки алгоритма автоматического определения угла наклона лица по его изображению предлагается использование мер, основанных на геометрических особенностях лица человека. Для определения угла можно использовать следующие опорные точки (рис. 4):

- 1) центр зрачка левого глаза;
- 2) центр зрачка правого глаза;
- 3) кончик носа;
- 4) центр губ;
- 5) нижняя точка лица

Так как изображение лица человека является двумерным, то для определения угла наклона в основном будут использованы методы, применяемые в геометрии на плоскости. Однако, следует учитывать пространственную геометрию лица человека, в частности то, что кончик носа имеет некоторую высоту над плоскостью, проходящей через другие опорные точки (центры зрачков глаз, центр губ, нижняя точка лица), что может помешать правильному определению угла наклона лица. В данной статье предлагается алгоритм определения наклона лица в глубину, основанный на использовании площади одного из треугольников, образованного опорными точками лица. Исследования

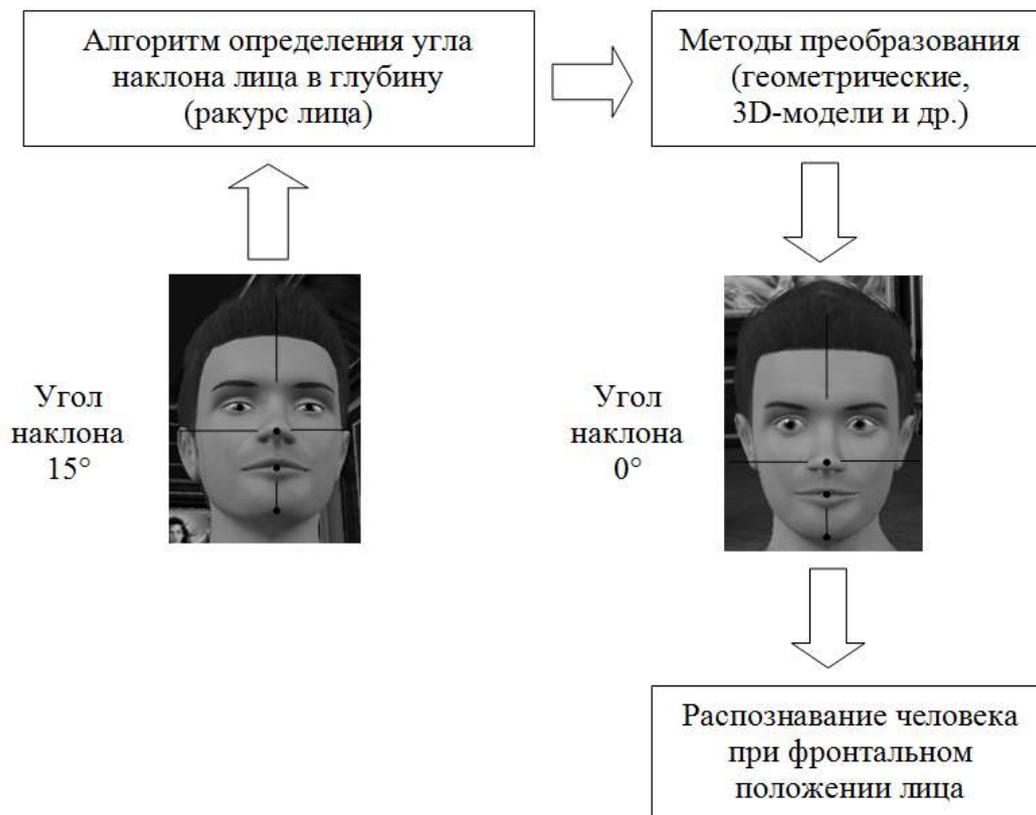


Рис. 3. Распознавание человека при ракурсе лица, отличном от фронтального

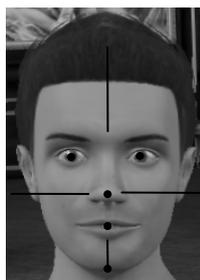


Рис. 4. Опорные точки для определения угла наклона лица

проводились для случаев поворота лица в глубину в диапазоне от 0 до 45 градусов (табл. 1).

В исследовании используются треугольники  $ABC$ ,  $ABD$  и  $ABE$  (рис. 5), но для метода определения наклона лица будет выбран только один, при котором вычисления будут как можно менее трудоемкими.

Из курса геометрии известно, что площадь треугольника по заданным координатам его вершин  $A(x_1, y_1)$ ,  $B(x_2, y_2)$ ,  $C(x_3, y_3)$  рассчитывается по следующей формуле

$$S_{\Delta} = \left| \frac{(x_2 - x_1)(y_3 - y_1) - (x_3 - x_1)(y_2 - y_1)}{2} \right|.$$

Таблица 1

Лицо под разными углами наклона

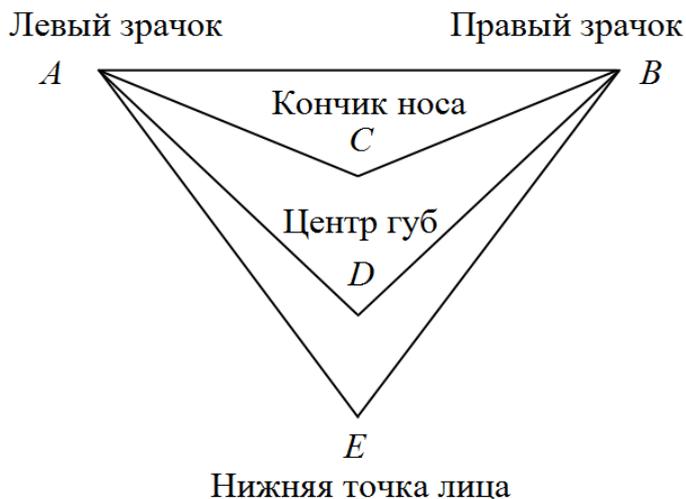
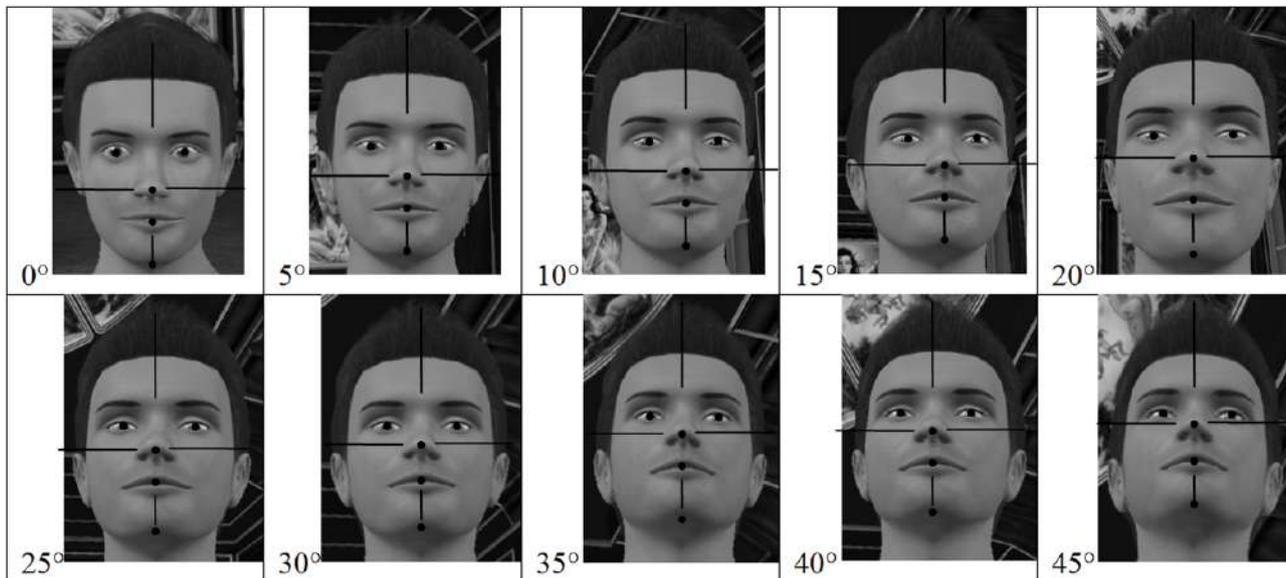


Рис. 5. Треугольники, используемые в алгоритме определения наклона лица

Если обозначить площадь треугольника  $ABC$  как  $S_{ABC}$ , а площадь проекции этого треугольника при наклоне лица как  $S_{\alpha}$ , то они будут связаны соотношением  $S_{\alpha} = S_{ABC} \cos \alpha$ , где  $\alpha$  – угол наклона лица. Отсюда следует, что невозможно определить угол наклона лица, зная только площадь треугольников  $ABC$ ,  $ABD$  и  $ABE$ , так как неизвестна максимальная площадь

каждого из них, или если точнее – площадь проекции этих треугольников при нулевом угле наклона лица. Поэтому, нужно воспользоваться дополнительными пропорциями лица, которые включают в себя соотношения между высотой элементов лица и их шириной. Для этого подойдут пропорции лица по Бамессу (рис. 6)

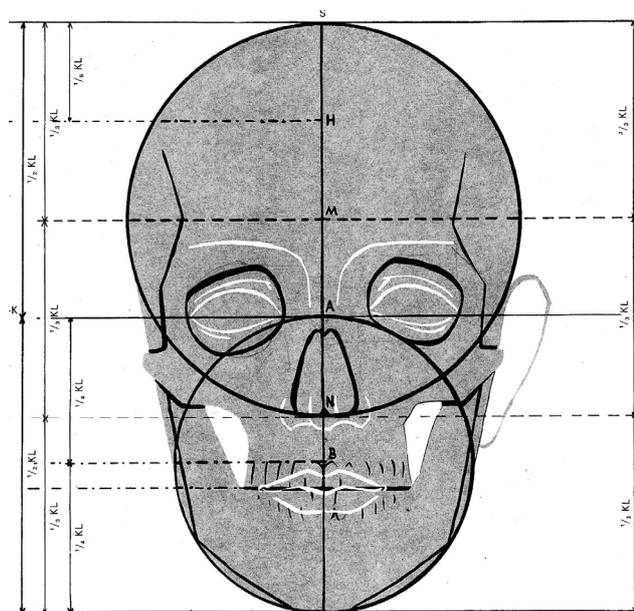


Рис. 6. Соотношения между частями лица по Бамессу

Из рис. 6 видно, что ширина лица на уровне верхней точки губ равна расстоянию от начала носа до конца подбородка, а расстояние от верхней точки головы до конца носа равно ширине лица на уровне середины этого расстояния (точки *M*). Используя эту информацию и информацию о расположении контрольных точек на рис. 5 можно составить общую модель лица, пригодную для вычисления угла его наклона (рис. 7).

Из рис. 7 видно, что высота треугольника *ABE* – это диаметр нижней окружности при условии, если лицо имеет нулевой угол наклона, а для треугольников *ABC* и *ABD* не прослеживается никаких очевидных зависимостей между их высотой и шириной лица. Поэтому в дальнейших вычислениях будет использован только треугольник *ABE*. Если угол наклона этого треугольника отличный от нулевого, то проекция нижней окружности превращается в эллипс и первоначальный диаметр нижней окружности сохраняет свою длину только на уровне верхней точки губ, проходя через нее горизонтально. Пусть этот диаметр известен и имеет длину *d*, а точка *E* имеет координаты  $(x_5, y_5)$ . Тогда площадь треугольника *ABE* будет следующей:

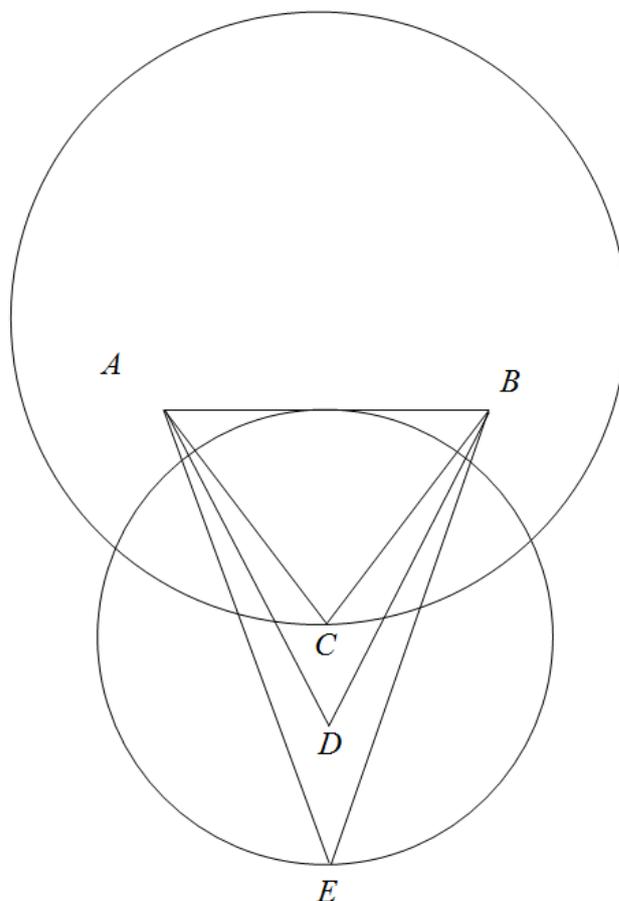


Рис. 7. Геометрическая модель лица для вычисления угла его наклона

$$S_{ABE} = \left| \frac{(x_2 - x_1)(y_5 - y_1) - (x_5 - x_1)(y_2 - y_1)}{2} \right|.$$

С другой стороны  $S_{ABE} = \frac{1}{2} ah$ , где *a* – длина основы треугольника *ABE*, а *h* – его высота. Отсюда получается, что

$$\begin{aligned} \left| \frac{(x_2 - x_1)(y_5 - y_1) - (x_5 - x_1)(y_2 - y_1)}{2} \right| &= \frac{1}{2} |AB| h \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \left| \frac{(x_2 - x_1)(y_5 - y_1) - (x_5 - x_1)(y_2 - y_1)}{2} \right| &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2}((x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2)h \Rightarrow \\ \Rightarrow h &= \frac{|(x_2 - x_1)(y_3 - y_1) - (x_5 - x_1)(y_2 - y_1)|}{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}. \end{aligned}$$

Так как  $h = d \cos \alpha$ , то

$$\alpha = \arccos \left( \frac{|(x_2 - x_1)(y_3 - y_1) - (x_5 - x_1)(y_2 - y_1)|}{d((x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2)} \right).$$

Но лицо может быть наклонено не только на положительные углы, но и на отрицательные, поэтому в последней формуле модуль нужно опустить. В результате для вычисления угла наклона получим следующую формулу

$$\alpha = \arccos \left( \frac{(x_2 - x_1)(y_3 - y_1) - (x_5 - x_1)(y_2 - y_1)}{d((x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2)} \right).$$

что и будет ответом на поставленную задачу. Имея угол наклона лица, появляется возможность частично восстанавливать изображение лица в профиль, что

может быть полезным при поиске человека по лицу в большой базе данных или при видеосъемке в реальном времени, когда лицо в основном не находится во фронтальном положении.

**Выводы.** В данной статье разработан метод определения угла наклона лица в глубину по его фотографии, что безусловно позволит повысить вероятность правильной идентификации личности за счет геометрических преобразований наклоненного изображения в его фронтальный вид. В проанализированных литературных источниках по распознаванию изображений лиц не учитывается наклон лица в глубину. В них изображение лица обычно имеет фронтальное положение или слегка наклоненное, что почти никак не сказывается на распознавании. Но в реальных условиях лицо почти никогда не бывает расположено параллельно к объективу фотоаппарата или видеокамеры, что отрицательно сказывается на распознавании, но поправимо с использованием разработанного в данной статье метода.

### Список литературы

1. Perkins C, Fricke T. Wavelets // Department of Electrical Engineering University of California at Berkeley. - 2000, - 18 P. Wiskott L., Fellous J.M., Kruger N., Von der Malsburg C. Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. - 1997. - vol.19. - No7. - PP. 775-779. Potzsch M., Kruger N., Von der Malsburg C Improving object recognition by transforming Gabor filter responses // Network: Computation in Neural Systems. - 1996. - vol.7. - No2. - PP.341-347. С. Каратеев Исследование точности оценки углов поворота лица по монокулярному цифровому изображению / Каратеев С., Князь В., Визильтер Ю., Бекетова И., Желтов С. - ГосНИИАС, 2009.
2. Kruger N. An Algorithm for the Learning of Weights in Discrimination Functions Using a Priori Constraints // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. - 1997. - vol. 19. - PP. 764-768. Wurtz R. P. Object Recognition Robust Under Translations, Deformations, and Changes in Background // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. - 1997. - vol.19. - PP. 769-775.

## ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ В СИСТЕМЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ НАУКОЕМКИХ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Карамышева Н.А.,**

Московский Государственный университет  
Технологий и управления имени К.Г. Разумовского  
DiLuna1@yandex.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрены направления в совершенствовании технологической подготовки наукоемких швейных изделий.

*Ключевые слова:* наукоемкое изделие, технологический процесс, технологическая подготовка производства, производственные потери времени, технологичность изделий.

## PROBLEMS AND SOLUTIONS IN THE SYSTEM OF TECHNOLOGICAL PREPARATION OF SCIENCE-INTENSIVE GARMENTS

**Karamysheva N.,**

Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovskiy

*Abstract.* The article considers the directions of perfection of technological preparation of science-intensive garments.

*Keywords:* science-intensive product, workflow, technological preparation of production, lost production time, manufacturability of products.

### Введение

Специфика производств различных типов (единичного, мелкосерийного и серийного), характеризуется типовыми процедурами управления производственным процессом. Освоение предприятиями, перечисленных выше типов производства, в том числе производимых наукоемкую продукцию, в условиях жесткой конкурентной политики происходит самостоятельно, и ставит перед предприятиями самостоятельную выработку стратегий в области технологической подготовки производства. Следует отметить, что под наукоемкими понимают изделия, процесс разработки которых представляет собой комплекс работ, связанных с принятием сложных инженерных решений в области теоретических расчетов и научно-практических исследований. К числу наукоемких изделий следует отнести технически сложные швейные изделия, такие как специальное

снаряжение и специальная одежда, выполняющие различные защитные функции.

Особенности производства каждого из типов оказывают непосредственное влияние на технологическую подготовку производства (ТПП), и не позволяют комплексно применять одну из систем конкретного типа ко всем типам производства.

Исследования по каждому из типов производства, на предмет проработки технологической дисциплины исследованы достаточно полно. Более глубокого изучения требуют открытые вопросы, характерные для любого из типов производства, при переходе изделия из разряда опытного в серийное изделие, т.е. фактически смену типа производства в рамках одного предприятия.

Для повышения уровня технологичности производственного процесса следует ввести понятие – комплексная система управления качеством технологической подготовки наукоемких изделий. Сущность

которой заключается в повышении технологичности изделий.

### **1. Подходы к решению задач в комплексной системе технологической подготовки производства**

Факторы, оказывающие влияние на уровень ТПП объединим в три группы: организационные экономические и технические.

1. Организационные – выработка мероприятий по повышению производительности труда, увеличение числа типовых технологических процессов и внедрение автоматизированных систем проектирования технологических процессов.
2. Экономические – маркетинговые исследования, в области технической подготовки производства.
3. Технические – применение прогрессивных методов обработки, современных средств технического контроля качества, модернизация оборудования. [1]

Как правило, факторы отражают подходы к решению основных задач ТПП, требующих поиска эффективных решений.

В основе комплексной системы технологической подготовки производства отражено несколько этапов, рассмотрим один из них – выявление потерь времени в производственной системе.

К первому типу, следует отнести потери времени, зависящие от технологического цикла изготовления. К таким потерям относят межоперационные перерывы, связанные с:

1. перемещением деталей и узлов внутри цеха;
2. управлением системы качества на производстве, то есть прохождением различных проверок (ОТК, испытания) изделий во время производственного процесса;
3. неустраняемыми технологическими перерывами, в частности отклонениями в температурных режимах, при выполнении работ с различными видами клеевых растворов;
4. повторным выполнением операций, при несоответствии показателей, после проведенных контрольных испытаний.

Потери времени связанные с рациональной организацией труда в производстве отнесем ко второму типу. Межоперационные потери этого типа связаны с:

5. большим объемом оформления технологических документов основными рабочими. (Например, большое количество операций в технологическом паспорте<sup>1</sup> изделия, требующих отметки исполнителя о выполненной работе);
6. ожиданием изделий после контрольно-установочных и испытательных операций;
7. некомплектностью сборочных единиц на участках сборки;
8. выполнением одноименных сборочных узлов, различными технологиями.

Как правило, вышеперечисленные потери объективны и одинаково характерны для любого из типов производства.

### **2. Рекомендации по сокращению объективных производственных потерь времени**

Выработка рекомендаций, способствующих повышению комплексного качества производственного процесса на этапе технологической подготовки независимо от типа производства следующие:

1. Переместительные движения внутри цеха необходимо сократить за счет рационального размещения рабочих мест, на производственном участке. Монтажные столы, следует выбирать с функцией «трансформер», позволяющих выполнять планировку под различные технологические процессы изделий. Обязательным является соблюдение прямолинейности движения швейных изделий в технологическом цикле.

2. На этапе прохождения проверок контролерами ОТК, снижение потерь времени частично достигается аттестацией высококвалифицированных рабочих совмещения обязанностей контролера ОТК, применяя на контрольно-установочных операциях «личное

<sup>1</sup> Технологический паспорт – является сводным документом в комплекте технологической документации и применяется в производствах, где изготавливаются наукоемкие швейные изделия.

именное клейма качества». Таким образом, время на перемещение узлов и деталей от рабочего места до места контроля становится меньше, и производственные потери на переместительные операции (п.1) сокращаются.

3. Для решения задачи устранения технологических перерывов, занимающих по причине температурных отклонений значительное время, следует организовать рабочие места в специально оборудованных помещениях, с поддержанием оптимально допустимых режимов влажности и температуры, применяя при этом современные технические средства кондиционирования.

4. Операции, требующие повторного выполнения при соблюдении рекомендаций в п.3 частично позволяют устранить потери рабочего времени. Рекомендуется проверить специальное оборудование и оснастку, так как качество выполнения на данном этапе монтажа швейных изделий во многом зависит от технически исправного оборудования. Немаловажным фактором, влияющим на устранение повторов выполнения операций, является контроль качества поставляемых материалов и определение необходимых разрывных характеристик при растяжении, в частности, это касается различных видов текстильных лент, которые наиболее часто используются как усиления в специальном снаряжении.

5. Соблюдение правил комплектности технологической

документации, при оформлении документа «Технологический паспорт», зачастую имеющий большой объем информации, рациональнее всего пересмотреть на предмет укрупнения технологических операций, при этом необходимо соблюдать правило объединения технологических операций. Выполнение мероприятий п.п. 1-2, и 4., также позволяют сократить объем технологического документа.

6. Ожидание изделий в процессе производственного цикла, после проведения контрольных и испытательных операций сокращается за счет проведения мероприятий п.п. 2 и 4. Следует проработать вопрос о проведении комплексных испытательных и контрольных проверок, позволяющих в ходе одного цикла про-

верить требуемые прочностные и эксплуатационные характеристики.

7. Среди всех потерь времени некомплектность сборочных единиц, является самой критичной среди организационных потерь времени при любом типе производства. На данном этапе следует пересмотреть систему диспетчеризации в производстве. Эффективно использование кооперированного производства с другими предприятиями, позволяющего на договорных условиях поставлять отдельные сборочные узлы, для окончательного монтажа специального снаряжения в установленные сроки.

Для изделий, которым уже присвоена литера серийного изделия «О<sub>1</sub>», организация отдельных линий на производственном участке монтажа является одним из важных путей сокращения некомплектности сборочных узлов. При таком подходе, достигается синхронизация технологических операций, а также сокращается пролеживание деталей.

8. Применение равноэффективных технологических процессов (ТП) при изготовлении одного изделия допустимо, если это не приводит к ухудшению качества изделий. Учитывая, что в рамках одного производства могут проследиваться различные типы производства, то применение двух технологий изготовления появляется в следующих случаях:

- 1) Освоение нового техпроцесса;
- 2) Техническое переоснащение производственных участков;
- 3) Производственная необходимость (исключение простоя, в случае выхода из строя основного оборудования).

В единичном и серийном выпусках изделий в одном производстве, при равноэффективных техпроцессах выбор оптимального наиболее важен. Сравнение и выбор ТП выполняется расчетным методом по Формуле 1. [2]

$$\mathcal{E}_{\text{пт}} = \frac{3_{\text{птп1}} - 3_{\text{птп2}}}{3_{\text{перпт2}} - 3_{\text{перпт1}}}, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{пт}}$  – граница эффективности программы выбора техпроцесса;

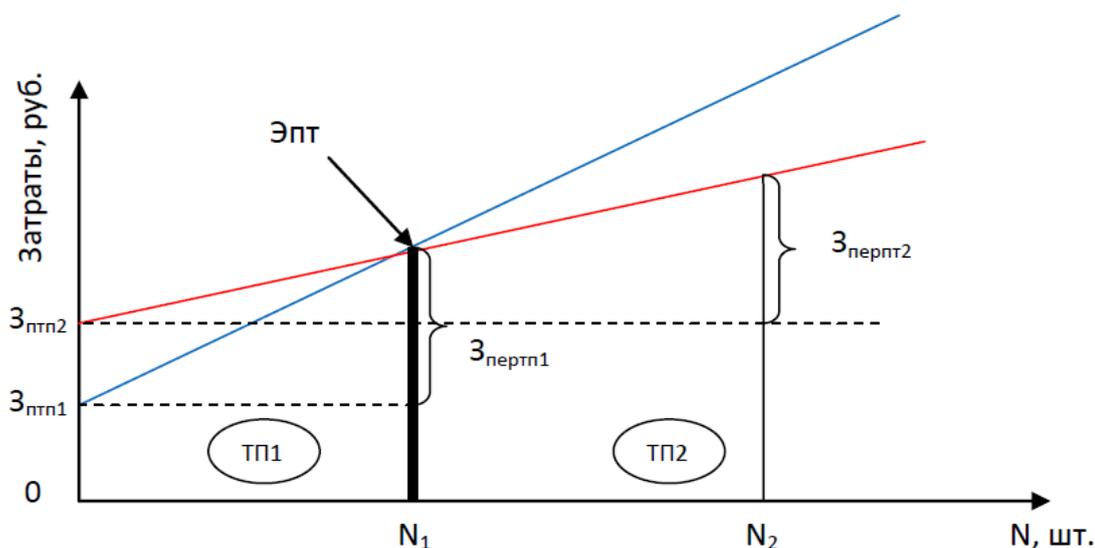


Рис. 1. График эффективности программы выбора техпроцесса

$Z_{птп1}$  – постоянные расходы (общехозяйственные расходы) 1-го варианта ТП;

$Z_{птп2}$  – постоянные расходы (общехозяйственные расходы) 2-го варианта ТП при изменении технологии;

$Z_{перпт1}$  – переменные расходы (материалы, заработная плата рабочих основного производства) по 1-му варианту ТП;

$Z_{перпт2}$  – переменные расходы (материалы, заработная плата рабочих основного производства) по 2-му варианту ТП при изменении технологии;

$N$  – количество единиц в партии, шт.

В результате расчета, устанавливается наиболее эффективный, с экономической стороны, технологический процесс изготовления изделия при одинаковом количестве единиц в партии. Рисунок 1.

Из диаграммы Рисунка 1 следует вывод, что два равноэффективных технологических процесса, при одинаковых партиях выпуска модели, могут иметь различные экономические показатели.

#### Выводы

Таким образом, проведенные исследования, направленные на поиск резервов повышения технологичности изделий и процессов их изготовления позволяет:

- 1) снизить общую производственную трудоемкость;
- 2) скорректировать планирование производственной программы выпуска модели.

Следует принять за правило, что в смешанном типе производства необходимо продумывать два пути изготовления изделия, с целью быстрого перехода на другую технологию, в случае каких-либо отклонений в производственном процессе, избегая значительных потерь времени. Рассмотренные проблемы ТПП и предложенные мероприятия по их решению, частично приводят к улучшению производственного процесса изготовления швейных изделий характерных для любого типа производства.

**Список литературы**

1. Чечкин А. В., Гудим И. В., Мурыгин В. Е., Буданова Т.И. Проектирование технологических процессов изготовления швейных изделий.- М.: Лсгпромбытгиздат, 1988.- 128 с.
2. Карамышева Н.А., Доможирова Л.Ю. Технологии нормирования и хронометражных исследований производств специального снаряжения для авиационной и космической промышленности. // Швейная промышленность//. – М.: «Арина». - №2, - март - апрель 2010. – с. 38-39.
3. Полева З.А. Организация и нормирование труда на текстильных предприятиях Ч1;Ч2, Москва: Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности, 2009.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Карамышева Н.А.,**

Московский Государственный университет  
Технологий и управления имени К.Г. Разумовского  
DiLuna1@yandex.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрена автоматизация технологической подготовки производства с перспективой внедрения единой САПР, для проектирования различных технологических процессов в единой информационной среде.

*Ключевые слова:* технологический процесс, технологическая подготовка производства, система автоматизированного проектирования.

## AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF GARMENTS

**Karamysheva N.,**

Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovskiy

*Abstract.* The article considers the automation of technological preparation of production with a view to introducing a single CAD system for designing of various processes into a single information environment.

*Keywords:* workflow, technological preparation of production, computer-aided design (CAD).

### Введение

Статистические данные НИЦ CALS-технологий “Прикладная логистика” показывают, что внедрение САПР в отраслях промышленности России, в том числе и легкой промышленности, приводит к положительным результатам:

- Снижение затрат на проектирование от 10 до 30%;
- Время на разработку изделий сокращается от 40 до 60%. [1]

Одной из важных задач технологической подготовки производства (ТПП) является автоматизация управления разработкой технологических процессов изготовления изделий. Автоматизированные системы, позволяют выполнять описание технологического процесса (ТП) и формировать комплект технологической документации в едином информационном поле.

Достаточно сложной является задача выбора САПР, в рамках которой осуществляется возможность разработки технологических процессов для технически сложных швейных изделий разрабатываемых в условиях многопрофильного предприятия.

Отличительной особенностью таких предприятий является то, что они включают огромный производственный комплекс участков и цехов, производимых детали из различных материалов.

### 1. Выбор единой САПР системы для проектирования технологических процессов

Целью исследования является возможность внедрения в базовую модификацию САПР применяемой для разработки ТПП машиностроительного изделия блока «швейное производство», учитывая, что в условиях наукоемкого производства выполняются разработки технически сложных швейных изделий.

Автоматизация процессов базируется на хранении информации о жизненном цикле изделия выполняемых в системе PDM<sup>1</sup>. В основе PDM системы положена непрерывная информационная поддержка

<sup>1</sup> PDM-система (англ. Product Data Management — система управления данными об изделии) — организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии.[3]

жизненного цикла изделия CALS-технология<sup>2</sup> в составе которых находится САПР. [2]

Для выбора наиболее эффективной САПР ТП по технологической подготовке производства, автором работы проведен анализ двух наиболее перспективных технологических модулей «Techcard» [5] и «SWR-Технология» [4] (базовый модуль СПРУТ-ТП). [6]

В ходе тестирования программный продукт «SWR-Технология» (СПРУТ-ТП) наиболее отвечает требованиям к разработке ТП предъявляемым к швейным изделиям базируемых на:

- унификации технологических процессов;
- типизации технологических процессов;

- уникальности (единичности) технологических процессов. [7]

## 2. Принципы проектирования технологических процессов в технологическом модуле «SWR-Технология» (СПРУТ-ТП)

1. Для разработки единичного техпроцесса имеющего в своем составе заимствованные (унифицированные) детали и узлы необходимо в базе данных найти ранее разработанные техпроцессы изделий – аналогов и в режиме диалога выбрать полностью ТП или его часть. Рисунок 1.

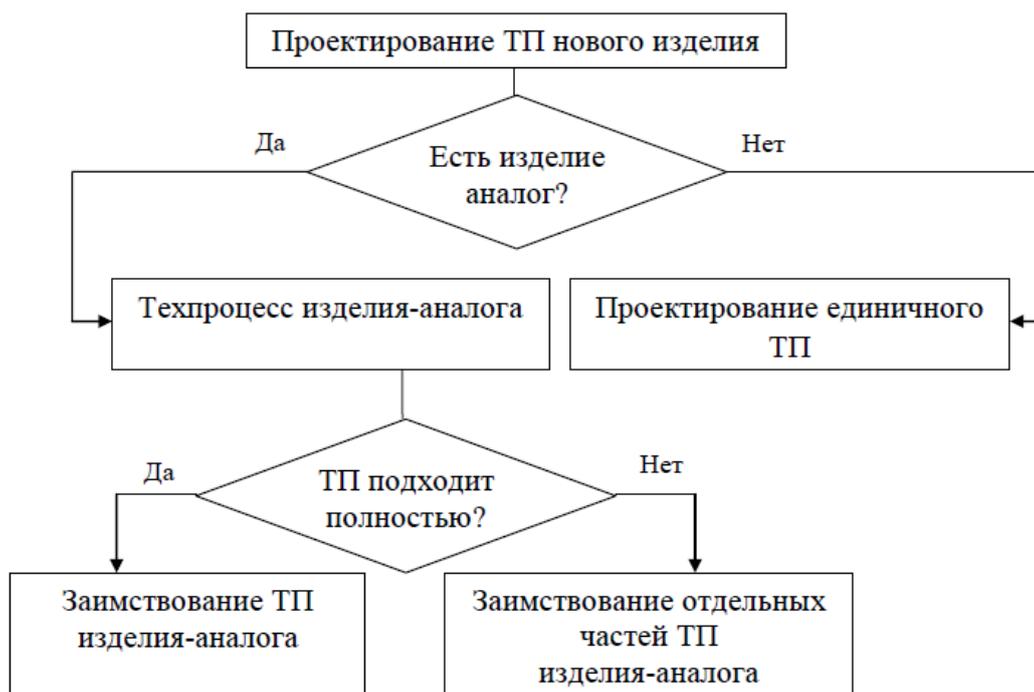


Рис. 1. Схема единичного технологического процесса с заимствованием унифицированных узлов и деталей

<sup>2</sup> CALS-технология (англ. Continuous Acquisition and Life-Cycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукта). [3]

2. Типизация ТП выполняется с целью сокращения многообразия ТП и базируется на единстве содержания и последовательности выполнения технологических операций, а также применяемого однотипного оборудования. Проектирование типового технологического процесса базируется на выборе ТП представителей сборочных узлов и деталей. Рисунок 2.

Единичный технологический процесс – это индивидуальное проектирование технологического маршрута для отдельного сборочного узла или детали, не имеющегося в базе данных по ТП. Проектирование единичного ТП на основе шаблонов технологических процессов с выбором необходимых составных частей технологических операций является наиболее раци-

ональным при автоматизированной разработке ТП. Рисунок 3.

Сокращение времени на подготовку комплекта технологической документации, а также сокращение длительности при нормировании техпроцессов достигается путем применения шаблонов типовых или унифицированных ТП.

На схеме Рисунка 4 установлены виртуальные связи между справочниками, позволяющие наглядно представить информационный поток формирования базы данных различных технологических процессов в «SWR-Технология» (СПРУТ-ТП). Справочники по материалам, оборудованию, технологическим операциям пользователь в праве самостоятельно пополнять и устанавливать связи между ними.



Рис. 2. Схема проектирования типового технологического процесса



Рис. 3. Схема проектирования единичного технологического процесса с применением шаблонов операций

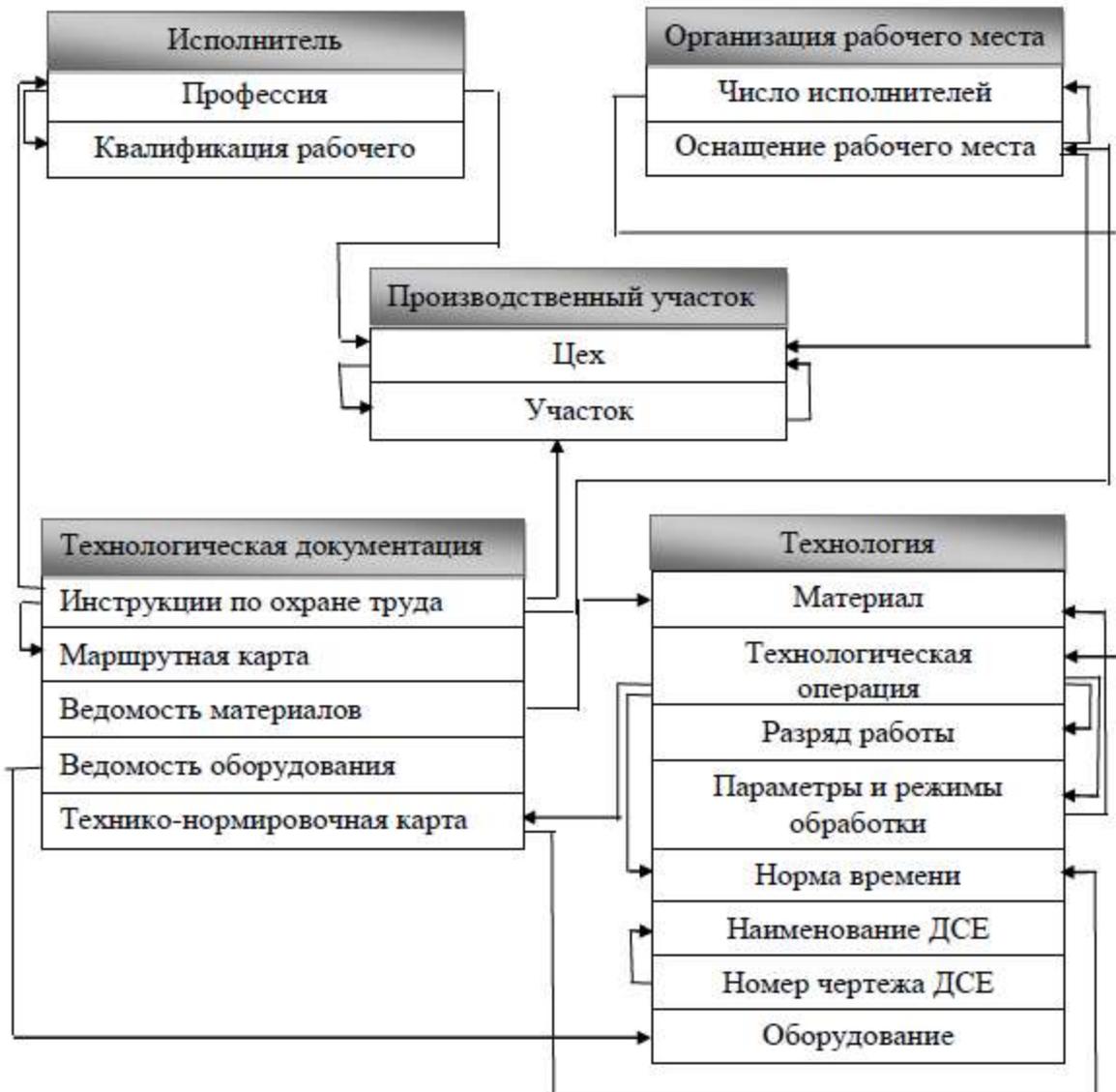


Рис. 4. Взаимосвязь справочников в САПР системе SWR-ТП (СППУТ-ТП)

Взаимосвязь справочников позволяет автоматически формировать комплект документов: основной – технологический процесс изделия и вспомогательный (сводные документы). К сводным документам относятся ведомость материалов, оборудования, ведомость норм времени и т.п.

### Выводы

Разработка ТП в модуле SWR-ТП (СППУТ ТП) не ухудшает качества разработки комплекта технологической документации принятого для швейного из-

делия. В ЕСТД указано, что допустимо использовать для разработки технологических процессов для других отраслей народного хозяйства маршрутные карты процесса сборки машиностроительной отрасли, тем более что в целях единой системы технической подготовки производства единство в оформлении документации является первоочередной задачей. [8]

Выбранный модуль SWR-ТП (СППУТ ТП) позволяет вести базы данных в единой информационной среде, что является важным в автоматизации производства многопрофильного предприятия в целом.

Посредством накопленной базы данных, о различных технологических маршрутах, формируются шаблоны типовых технологических операций, использование которых в последующем сокращает время при проектировании новых технологических процессов на швейные изделия в среднем до 60%.

Роль САПР в автоматизации производства не ограничивается функциями автоматизации технологической подготовки. Не менее важная задача САПР – проектирование и моделирование работы производственных участков и цехов.

### Список литературы

1. <http://www.cals.ru/emag/>
2. Организация единого информационного пространства технической подготовки производства с использованием PDM SmarTeam. // Информационные технологии в проектировании и производстве / Яблочников Е.И. - №3, 2006 с. 22-29.
3. <http://ru.wikipedia.org>
4. <http://www.solidworks.ru>
5. <http://www.intermech.ru>
6. <http://www.sprut.ru/>
7. Чечкин А. В., Гудим И. В., Мурыгин В. Е., Буданова Т.И. Проектирование технологических процессов изготовления швейных изделий.- М.: Легпромбытиздат, 1988.- 128 с.
8. ГОСТ 3.1118-82. ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт. М.: Изд-во стандартов, 2003.-97с.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛИТОЛОГО- ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО СОСТАВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ ХАДУМСКИХ ГЛИН ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ПРАСКОВЕЙСКО- АЧИКУЛАКСКОЙ СТРУКТУРНОЙ ЗОНЫ)

**Кудин Е.В.,**

компании СП "Вьетсовпетро" [г. Вунг Тау, Вьетнам]  
stavsng@rambler.ru

*Аннотация.* В статье приводится характеристика литолого-минералогических особенностей хадумской свиты олигоценовых отложений Прасковейско-Ачикулакской структурной зоны Восточного Предкавказья. С помощью анализа результатов, различных методов изучения литолого-минералогических свойств пород определены основные ассоциации глинистых отложений изучаемой структурной зоны и текстурно-структурные особенности пород. Установлены основные породообразующие глинистые минералы и закономерности изменения их состава по разрезу глинистых отложений.

*Ключевые слова:* Хадумская свита, Прасковейско-Ачикулакская структурная зона, литолого-минералогические свойства, ассоциации глинистых отложений, глинистые минералы, гидрослюда.

## RESULTS OF LITHOLOGIC AND PETROGRAPHIC COMPOSITION AND DISTRIBUTION OF ROCK- FORMING MINERALS KHADUM CLAY EAST CISCAUCASIA (ILLUSTRATED PRASKOVEISKY- ACHIKULAK STRUCTURAL ZONE)

**Kudin E.,**

Company "Vietsovpetro" [city of Vung Tau, Vietnam].

*Abstract.* The article presents the characteristics of lithological and mineralogical features of the suite khadum oligocene sediments Praskoveisky-Achikulak structural zone of the Eastern Caucasus. By analyzing the results of different methods for the study of lithological and mineralogical properties of the rocks identified the main association of clay deposits studied structural zone and structural-textural features of the rocks. The basic rock-forming clay minerals and their patterns of change in the section of the clay sediments.

*Keywords:* Khadum Formation, Praskoveisky Achikulak structural zone, lithological and mineralogical properties, the association of clay sediments, clay minerals, hydromica.

**Х**арактеристика основных литологических разновидностей пород хадумской свиты приводится в многочисленных работах авторов [1,2], а так же в статьях опубликованных ранее [3]. Однако, несмотря на достаточно высокую степень изложения данного материала, необходимо рассмотреть литолого-минералогические особенности хадумских отложе-

ний с целью определения закономерностей изменения состава породообразующих минералов, по разрезу глинистых отложений, а также структуры и текстуры пород.

Хадумская нефтепродуктивная толща является комплексом карбонатно-глинистых осадков, подразделяемым на три подсвиты: нижнюю-пшехскую, сред-

нюю-полбинскую (остракодовый пласт), верхнюю морозкиной балки [3].

Шехская подсвита представлена глинистыми и частично глинисто-карбонатными породами. Макроскопически глины аргиллитоподобные темно-серые до черных, крепкие с полураковистым изломом, с включением значительного количества фосфатизированных остатков рыб. Некарбонатные глины в подошве подсвиты, вверх по разрезу, сменяются глинами карбонатными (1,68-23,5%). В кровле подсвиты отмечаются глины некарбонатные. Алевритовая примесь в глинах отмечается редко и представлена в основном зернами кварца (<1%), в незначительном количестве присутствуют полевые шпаты. Микроскопически выявляется хорошая поляризация глинистых частиц и одинаковая их оптическая ориентировка. В шлифах постоянно отмечаются многочисленные мелкие сферолиты сульфида железа (5-7%) и слойки темно-бурого малопросвечивающегося органического вещества, ориентировка которых по наслоению обуславливает микрополосчатую текстуру породы. Пелитоморфный карбонатный материал отмечается в виде линз неравномерно располагающихся по площади шлифа.

Мергели темно серые, до черного с буроватым оттенком, крепкие плитчатые, преимущественно глинистые, с фораминиферами. В шлифах выявляется пелитоморфная структура основной глинисто-карбонатной массы микрополосчатая текстура за счет послойного обогащения породы рассеянным органическим веществом и многочисленными сферолитами сульфида железа.

Сидерит светло-серого цвета, в шлифе с микрозернистой структурой основной массы, в которой наблюдаются сферолиты сульфида железа и редкие раковины фораминифер.

Полбинская подсвита (остракодовый пласт) Литологически разрез подсвиты представлен глинистыми известняками и мергелями с тонкими прослоями глин. Породы светло серые с буроватым оттенком, плитчатые, обычно неслоистые, крепкие, изредка доломитизированные. Основная глинисто карбонатная масса пелитоморфной структуры с редкими мелкими зернами сульфида железа. Отложения остракодового

пласта по резко выраженному литологическому контакту переходят в вышележащие слои темноцветных глинистых пород Морозкиной балки.

Подсвита Морозкиной балки представлена в основном глинами темно-серыми до черных с буроватым оттенком, плитчатыми, крепкими, с чешуйчатым, редко оскольчатый изломом, с включением рыбных остатков. Некарбонатные глины в нижней части разреза сменяются толщей переслаивания глин карбонатных с некарбонатными. Микроскопически выявляется хорошая, иногда слабая, поляризация глинистых частиц и одинаковая их оптическая ориентировка. В основной массе рассеяны мелкие (0,04-0,08) сферолиты сульфида железа (10-15%), изредка линзы и пятна тонкозернистого и пелитоморфного карбоната и раковины фораминифер. Отмечается примесь алевритовых зерен кварца, глауконита, полевых шпатов и мусковита. Текстура обычно микрополосчатая за счет послойного распределения органического вещества и сферолитов сульфидов железа или линзовиднослоистая за счет включения линз карбоната. Карбонатные породы в разрезе подсвиты встречаются очень редко и представлены в основном мергелями, в отдельных случаях сидеритом. Мергели темно серые, крепкие, с раковистым изломом, чаще всего глинистые. В пелитоморфной глинисто-карбонатной массе отмечаются включения раковин фораминифер, сферолитов сульфида железа и органического вещества, а также фосфатизированных рыбных остатков. Текстура микрополосчатая. Сидерит светло-серый, микрозернистый.

Вместе с тем, для отложений хадумской свиты, особенно нижней ее части, характерен ряд признаков, отличающих их от внешне сходных с ними пород над реперной части (морозкиной балки). К числу этих признаков, в частности, относятся: присутствие карбонатных глин, обычно более темных с буроватым оттенком, снижение количества и величины рыбных остатков, появление в породах обугленного детрита и остатков фауны фораминифер. Эти, хотя и незначительные отличия, свидетельствуют о различии условий осадконакопления в хадумское время.

Как видно из вышеизложенного, разрез нижне-олигоценых отложений представлен толщей гли-

нистых и карбонатно-глинистых отложений довольно однообразного состава.

В целом структура глинистых пород хадумской свиты определяется как алевро-пелитовая из-за наличия в основной пелитовой (глинистой) массе в качестве породообразующего элемента рассеянного ОВ и алевритового материала.

Одним из способов определения минерального состава является рентгеноструктурный анализ (дифрактометрический метод). Изучение дифрактометрических кривых выявило, что исследуемые породы представляют собой полиминеральные образования, в состав тонкопелитовой фракции которых входят 2-3 минерала. Основными породообразующими минералами являются диоктаэдрическая гидрослюда мусковитового типа, хлорит, каолинит и в небольшом количестве смешано-слоистые образования. Неглинистые тонкодисперсные минералы представлены кварцем, полевыми шпатами и пиритом.

Анализ дифрактограмм Прасковейского и Журавского месторождений, отображающих базальные рефлексы минералов содержащихся в породе установил наличие слюды, хлорита, каолинита, смешанослойных образований, принадлежащих к типу гидрослюда-монтмориллонит. Кварц обычно так же входит в состав глин и дает на дифрактограммах набор интенсивных рефлексов. В комплексе неглинистых минералов на Прасковейской площади по всему разрезу олигоцена выявлены калиевые полевые шпаты.

Сопоставление комплексов глинистых минералов на площади и по разрезу показывает, что различия ассоциаций очевидно связано с разнообразными природными обстановками.

При этом особенности комплексов обусловлены суммарным воздействием климата, тектонической обстановки и гидрохимического режима седиментационного бассейна.

Установлено, что в пределах Журавско-Мирненской зоны хлоритово-гидрослюдистый и гидрослюдисто-хлоритовый состав минеральных ассоциаций носит выдержанный характер. Тогда как в Прасковейско-Ачикулакской структурно-фациальной зоне отмечается появление и увеличение роли

каолинита и калиевых полевых шпатов, являющихся индикаторами континентальной коры и свидетельствующих о близости источников сноса. По мнению И.А. Бурлакова и Е.М. Борисенко (1983г.) обогащение каолинитом связано с интенсификацией седиментационных процессов, обусловивших непродолжительный контакт продуктов континентального выветривания с несвойственной им морской средой.

Основными установленными ассоциациями изучаемой структурной зоны являются хлоритово-гидрослюдистая и гидрослюдисто-хлоритовая, выделяемые по всему разрезу олигоцена. В разрезе пшехской подсвиты, кроме того, выделяется каолинитово-гидрослюдистая ассоциация. Выше по разрезу (подсвита Морозкиной балки) преобладает хлоритово-гидрослюдистая ассоциация, с примесью каолинита

Изменение палеогеографической обстановки отразилось и на текстурно-структурных особенностях пород. Характерной текстурной особенностью хадумских глин является массивность, тонкоплитчатость и листоватость. Тип текстуры обуславливается послойным характером распределения органического вещества, сферолитов, сульфида железа и линзовидным включением пелитоморфного карбонатного материала. Текстуры глинистых пород изменяются вверх по разрезу от плитчатой и массивной в пшехской подсвите, до тонко плитчатой и листоватой в кровле подсвиты Морозкиной балки.

По данным материалов [1,2,4,5,6] составлена таблица 1, в которой приводятся данные о содержании глинистых минералов в хадумских отложениях Восточного Предкавказья. Для этого так же проанализирована информация Журавско-Воробьевского месторождения являющегося наиболее изученным и располагающимся в непосредственной близости к изучаемой территории.

Как видно из таблицы, основным минералом изучаемых глин является гидрослюда, в подчиненном количестве встречаются каолинит, хлорит и смешанослойные образования. В целом по региону минеральный состав глин меняется несущественно, при этом гидрослюды составляют 3/5 объема глин. Такой состав глин свидетельствует о достаточно глубоком их преобразовании, связанном с переотложением геосинклинальных глинисто-сланцевых толщ.

Глинистые минералы хадумских отложений Восточного Предкавказья

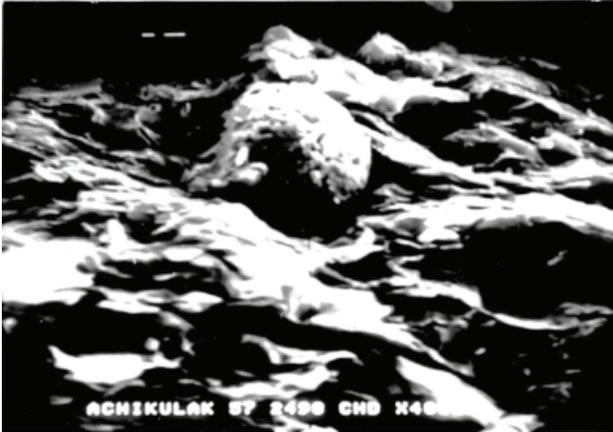
| Свита     | Подсвита         | Площадь       | Содержание, %                |                             |                            |                 |                               |
|-----------|------------------|---------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
|           |                  |               | гидролюда                    | каолинит                    | хлорит                     | монт-мориллонит | смешанно-слоистые образования |
| Хадумская | Морозкиной балки | Журавская     | $\frac{76,3-99,7}{86,6(12)}$ | -                           | $\frac{0,3-23,7}{8,6(12)}$ | -               | $\frac{0,5-21,6}{8,7(4)}$     |
|           |                  | Прасковейская | $\frac{63,7-96,4}{77(8)}$    | $\frac{11,0-27,0}{19,2(6)}$ | $\frac{3,6-15,8}{10,2(3)}$ | -               | $\frac{4,9-18,2}{10,7(4)}$    |
|           | Пшехская         | Журавская     | $\frac{99,4-100}{99,7(2)}$   | -                           | 0,6(1)                     | -               | -                             |
|           |                  | Прасковейская | $\frac{82-95,2}{87,5(3)}$    | $\frac{4,8-13,7}{8,8(3)}$   | $\frac{4,5-6,8}{5,0(2)}$   | -               | -                             |

Изучение глин с помощью СЭМ [5] дополняет и подтверждает минералогический состав глин (рисунок 1), а также позволило выявить в составе нижнемайкопских глин стяжения сульфидов: пирита и марказита. Особенно обильно они отмечаются в черных разностях.

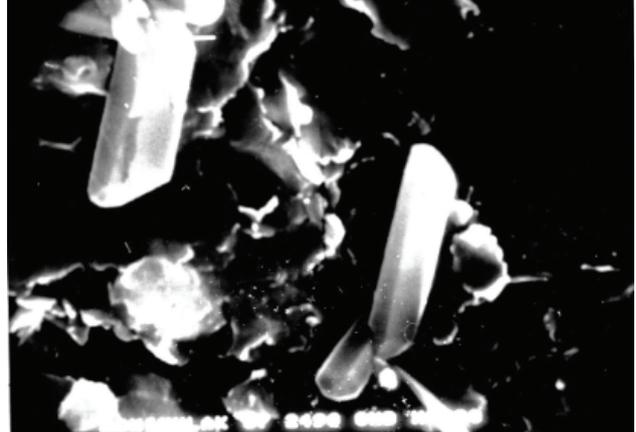
В черных рыхлых разностях глин нередко встречаются измененные, преобразованные выщелачиванием кристаллы кальцита и кварца. Все это свидетельствует об активных геохимических преобразованиях в глинах в результате отжатия поровых вод и генерации микронфти.

Помимо этого в состав аутигенно-минералогического комплекса входит в основном пирит, сидерит, глауконит. Доминирует обычно пирит, он встречается в виде глобуль или кристаллов, иногда в виде сростков.

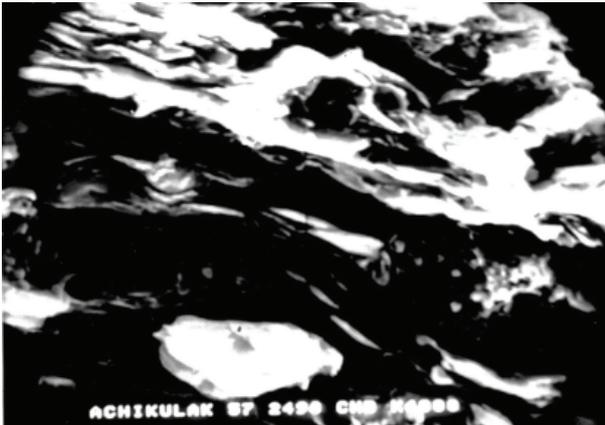
Присутствие пирита и его количество коррелируется с содержанием в осадке реакционного органического вещества с одной стороны и концентрацией подвижного железа – с другой. Содержание пирита в породах изменяется от 5 до 15% в хадумской свите, увеличиваясь вверх по разрезу до 25% в глинах баталпашинской свиты. Совместное нахождение пирита и окисного железа в породах свидетельствует о формировании железистых конкреций.



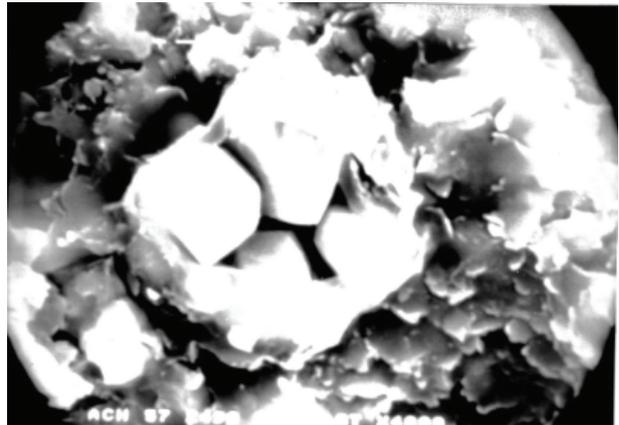
Увеличение 9000<sup>x</sup>. Поверхность напластования. Кристаллы кальцита длиной до 4,5 мкм и 1-1,5 мкм в поперечнике. Видны чешуйки гидрослюд с неровными краями, так же поры к которым приурочены вторичные кристаллы кальцита.



Увеличение 9000<sup>x</sup>. Поверхность напластования. Кристаллы кальцита длиной до 4,5 мкм и 1-1,5 мкм в поперечнике. Видны чешуйки гидрослюд с неровными краями, так же поры к которым приурочены вторичные кристаллы кальцита.



Увеличение 5000<sup>x</sup>. Скол перпендикулярный напластованию. Глина черная. Граница плотных и рыхлых микропрослоев глин. Вверху агрегаты глинистых частиц плотно сжаты между собой. На снимке видны листочки гидрослюд толщиной 0,1-0,2 мкм. Видны разрушенные фрамбоиды пирита.



Увеличение 5000<sup>x</sup>. Глина серая, плотная. Видны многочисленные листочки гидрослюд, с неровными краями которые плотно упакованы. В центре кадра крупное изометрическое образование размером около 12 мкм в поперечнике- вторичное скопление кристаллов кальцита изометрической формы.

*Рис. 3. Результаты изучения глин нижнего олигоцена Восточного Предкавказья по результатам сканирующей электронной микроскопии (скв. №57 Ачикуллакской площади, гл. 2490 м, хадумская свита) [5].*

Сидерит встречается в виде зерен алевритовой размерности с неясными, неправильными очертаниями.

Глауконит обычно встречается в породах, обогащенных алевритовой примесью или алевролитах. Присутствие глауконита свидетельствует о том, что формирование осадка происходило в морских условиях, в анаэробной, восстановительной обстановке. Процесс образования глауконита обычно протекает в присутствии сульфида железа и органического вещества.

### Заключение

В заключении необходимо отметить важные особенности вышеизложенного материала, а именно:

- Выполненный анализ фактического и фондового материала позволил определить, что основным типом пород в рассматриваемой части разреза являются глины аргилитоподобные тонкоплитчатые до листоватых, подчиненное распространение имеют мергели, а также глинистые известняки и доломиты (остракодовый пласт).
- Тип текстуры обуславливается послойным характером распределения органического вещества, сферолитов, сульфида железа и линзовидным включением пелитоморфного карбонатного материала. Послойный характер распределения является результатом изменений палеогеографической обстановки, в результате чего произошло разделение текстур по разрезу снизу в верх (в Пшехской подсвите преобладает плитчатый и массивный тип, а в подсвите Морозкиной балки тонкоплитчатый и листоватый в кровле).
- Литолого-петрографические особенности глинистых пород по разрезу не претерпевают резких изменений по изучаемой территории.
- Результаты изучения изменений литолого-петрографического состава хадумских глин по площади и разрезу, позволили установить основные пороодообразующие минералы: гидрослюда, хлорит, каолинит, смешаннослойные образования. Среди глинистых минералов существенно доминируют гидрослюда, содержание которой изменяется от 64% до 99,7%, в среднем составляя 87%. Гидрослюда была определена всеми методами исследования и подтверждается исследованиями многих авторов.
- Основными аутигенными минералами глинистых пород являются пирит, сидерит, в незначительном количестве глауконит.
- Минералогический состав глин изменяется от преимущественно монтмориллонитового через смешаннослойный в гидрослюдистый и хлоритовый. Такой состав глин свидетельствует о достаточно глубоком их преобразовании, связанном с переотложением геосинклинальных глинисто-сланцевых толщ, что повлияло на формирование сложно-построенного емкостного пространства коллектора, так как имело место трансформация набухающих глинистых минералов в ненабухающие. Данный процесс привел к переходу большой группы гидрофильных глинистых минералов (каолинит, пальгорскит, иллит и др.) в относительно обезвоженные и более плотные - гидрослюда и хлорит.

### Список литературы

1. Бурлаков, И.А. Краткая литолого-геохимическая характеристика нефтеносных глинистых отложений олигоцена Восточного Предкавказья [Текст] / И.А. Бурлаков, Л.А. Келигрехашвили, Т.Б. Лещинская // Труды / СевКавНИПИнефть. – Грозный: СевКавНИПИнефть, 1986. - Вып. 45, - С. 67-70.
2. Копыльцов А.И., Нарыжный П.С., Навасартян М.А. Особенности нефтеносности и геологическая модель залежей олигоцена Ставрополя. Основные проблемы геологического изучения и использования недр Северного Кавказа (Материал VIII Юбилейной конференции по геологии и полезным ископаемым). Г.Ессентуки, 1995.

3. Кудин Е.В. Описание геологического строения и проявлений нефтегазоносности глинистого коллектора хадумской свиты Прасковейско-Ачикулакского вала Восточного Предкавказья //материалы XXI международной заочной научно-практической конференции «Инновации в науке». (17 июня 2013 г.); Новосибирск: Изд. «Сибак», 2013. — 90 с.
4. Нарыжный П.С. О прогнозировании продуктивных коллекторов в глинах олигоцена-миоцена Восточного Предкавказья (на примере Журавской площади) //Прогнозирование геологического разреза и поиск сложно экранированных ловушек. - М., 1986.-21-35.
5. Тараненко Е. И., Диваков В. И., Хакимов М. Ю., Чистяков В. Б., Бхупати Раджу Аппала Раджу. Катагенез органического вещества и нефтегазообразование в условиях дифференциального уплотнения глин. – М.: Изд-во РУДН, 1994. – 164 с., ил.
6. Чепак Г. Н., Бурлаков И. А., Стасенков В. В., Нарыжный П. С., Шапошников В. М. Рациональный комплекс геолого-геофизических методов поисков залежей нефти и газа в глинистых коллекторах. М.: ВНИИОЭНГ, 1987.

# ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ К ПОСТРОЕНИЮ РИСК-МОДЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ ДАННЫХ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

**Царегородцев А.В.,**

заведующий кафедрой «Информационная безопасность»  
Финансового университета при Правительстве Российской Федерации,  
доктор технических наук, профессор  
AVTsaregorodtsev@fa.ru

***Аннотация.** Широкое распространение и применение облачных вычислений диктует необходимость адаптации и доработки существующих моделей безопасности компьютерных систем. Эта статья в первую очередь направлена на освещение основных вопросов безопасности, имеющих место в облачных средах. И предложен подход к анализу рисков, используемый при принятии решения о миграции критичных данных в облачную инфраструктуру организации.*

***Ключевые слова:** угрозы информационной безопасности, анализ информационных рисков, методы управления информационной безопасностью.*

## THE APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF DATA SECURITY RISK-MODEL IN ENTERPRISE CLOUD COMPUTING NETWORKS

**Tsaregorodtsev A.**

Head of "Information Security" Department,  
Financial University under the Government of the Russian Federation,  
Doctor of Sciences (Engineering), Professor

***Abstract.** Use of cloud computing applications and services requires review and adaptation of existing formal models for computer security. This article is primarily intended to cover the main safety issues that occur in cloud environments. And the approach to risk analysis used in making decisions about the migration of critical data in the cloud infrastructure of the organization are proposed.*

***Keywords:** threats to information security, information risk analysis, methods of information security control.*

### Введение

**Ш**ирокое распространение и применение облачных вычислений может создать революцию в компьютерной индустрии, результатом которой станет предоставление доступа различным организациям к самой современной вычислительной инфраструктуре, платформе и услугам на основе модели, построенной по принципу «оплата по мере пользования». Существует несколько причин, по которым организации будут рассматривать облачные вычисления, как альтернативный способ использования традиционных моделей предоставления ИТ-услуг [1].

- Облачные вычисления являются недорогим решением и доступны для большинства организаций.
- Облачные вычисления обладают гибкостью и возможностью динамической настройки под конкретные требования клиента.
- Облачные вычисления позволяют определить расходы на основании реального потребления ресурсов.
- Увеличивается влияние бизнес пользователей в принятии решений о выборе ИТ-технологий.
- Граница между пользовательскими и корпоративными приложениями постепенно стирается.

Эти причины в ближайшем будущем могут коренным образом изменить традиционные модели предоставления ИТ-сервисов с поддерживающими их организационными структурами.

Необходимо отметить, что самыми критичными вопросами при построении инфраструктуры, основанной на среде облачных вычислений, являются аспекты обеспечения информационной безопасности. Достижение целей информационной безопасности организации, является ключевым фактором для принятия решений об услугах аутсорсинга информационных технологий и, в частности, для принятия решения о миграции информационных активов организации на различные модели предоставления облачных сервисов.

Предварительные оценки экономии на облачных решениях свидетельствуют о возможности сокращения посредством «облаков» затрат на эксплуатацию ИТ в среднем на 60-70%. Подобная экономия открывает возможность переключения высвобождаемых заметных финансовых и кадровых ресурсов на решение новых задач и соответствующую модернизацию экономик.

Однако и аутсорсинг, и, в особенности, облачные технологии, с очевидностью требуют оценки дополнительных рисков в сфере информационной безопасности.

### **1. Модели предоставления облачных сервисов и развертывания облачных сред**

В настоящее время существующую совокупность «облачных сервисов» принято разделять на три основные категории, которые в свою очередь, могут подразделяться на более мелкие группы [2]:

- инфраструктура как сервис (Infrastructure as a Service, IaaS);
- платформа как сервис (Platform as a Service, PaaS);
- программное обеспечение как сервис (Software as a service, SaaS).

Инфраструктура как сервис, по сути, означает аренду вычислительных мощностей, но не физически, а виртуально. Пользователю предоставляется

виртуальный сервер с уникальным IP-адресом (или набором адресов), структура для хранения данных и возможность управления этим комплексом.

Платформа как сервис (PaaS) состоит из одного или нескольких виртуальных серверов с установленными операционными системами и специализированными приложениями, которые выбираются исходя из интересов пользователя.

Программное обеспечение как сервис (SaaS) дает возможность пользоваться программным обеспечением провайдера, осуществляющего «облачные» вычисления удаленно через Интернет. Такой сервис позволяет не покупать программное обеспечение, а пользоваться им при возникновении необходимости с помощью различных клиентских устройств. В то же время контроль и управление физической и виртуальной инфраструктурой облака в том числе сети, серверов, операционных систем, хранения, осуществляется «облачным» провайдером.

Национальный институт стандартов и технологий США выделяет следующие обязательные характеристики облачных вычислений:

- самообслуживание по требованию (англ. self service on demand), при котором потребитель самостоятельно определяет и изменяет вычислительные потребности, такие как серверное время, скорости доступа и обработки данных, объем хранимых данных без взаимодействия с представителем поставщика услуг;
- универсальный доступ по сети, услуги доступны потребителям по сети передачи данных вне зависимости от используемого терминального устройства;
- объединение ресурсов (англ. resource pooling), при котором поставщик услуг объединяет ресурсы для обслуживания большого числа потребителей в единый пул для динамического перераспределения мощностей между потребителями в условиях постоянного изменения спроса на мощности; при этом потребители контролируют только основные параметры услуги (например, объем данных, скорость доступа), но фактическое распределение ресурсов, предоставляемых потребителю, осуществляет поставщик;

- эластичность, означающая, что услуги могут быть предоставлены, расширены, сужены в любой момент времени, без дополнительных издержек на взаимодействие с поставщиком, как правило, в автоматическом режиме;
- учет потребления и объема предоставленных потребителям услуг.

Как видим, все более широкое использование облачных технологий определяется их привлекательностью для пользователя, предоставляющих ему явные выгоды и преимущества. Так, снижаются финансовые издержки, поскольку оплата услуг «облачного» провайдера и покупка собственной техники несопоставимы по уровню расходов. Кроме того, пользователь получает и оплачивает услугу, только когда она ему необходима, и только в том объеме, который он использует. Таким образом, облачные технологии позволяют сократить расходы как на приобретение и модернизацию собственного оборудования, так и на приобретение, поддержку и модернизацию собственного программного обеспечения.

Привлекательность «облачных» вычислений связана как с организационными, так и экономическими моментами. Для малого и среднего бизнеса, безусловно, принципиально, что им предоставляется возможность не создавать собственные структуры, обеспечивающие необходимые вычисления, а использовать «облачные» технологии. Они, как потребители информационных технологий, могут существенно снизить капитальные расходы на создание центров обработки данных, закупку серверного и сетевого оборудования, аппаратных и программных решений.

Что касается крупных компаний, то они, сохраняя за собой собственные структуры, могут передавать «облачному» провайдеру выполнение отдельных функций (например, хранение архивов, фильтрация спама).

Еще одна популярная услуга – электронная почта. «Облачные» технологии позволяют передать ее сервис-провайдеру, который обеспечивает ее своими силами. Не меньший интерес представляет резервное копирование и хранение архивов, которые сервис-провайдер также может взять на себя. Передавая сер-

вис-провайдеру определенные функции, потребитель освобождает себя и от необходимости выполнения ряда сопутствующих им процедур (например, обновления программного обеспечения). Если при стандартных отношениях провайдер получает фиксированное вознаграждение за использование (или возможность использования) его вычислительных ресурсов за определенный промежуток времени независимо от реально использованного объема и времени, то в «облачных» технологиях применяется плата за фактическое использование, когда пользователь оплачивает только тот объем, который им действительно был использован за определенный промежуток времени.

Одним из основных факторов, сдерживающих внедрение технологий облачных вычислений, является гарантированная безопасность обрабатываемых данных. Решением, создающим предпосылки для повышения безопасности облачных вычислений, является разделение их на «публичные» и «частные облака».

Целью такого разделения вычислений является обеспечение защиты конфиденциальных данных с возможностью «смешивания» и сочетания публичных и частных облачных вычислений в зависимости от потребности организации.

Существуют следующие базовые варианты разветвления облачных сред.

Во-первых, частное (закрытое) «облако», используемое для сервисов внутри кредитно-финансовой организации, являющейся и заказчиком, и поставщиком услуг. Компания или банк создает «облако» для себя в рамках своей организации, например, для снижения затрат, улучшения логистики и т.д. «Частные облака» представляют собой вычислительные ресурсы, функционирующие в доверенной зоне корпоративной сети за межсетевым экраном.

Во-вторых, публичное (общедоступное) «облако», используемое облачным провайдером для предоставления внешним заказчикам сервисов облачной структуры. Поставщик услуг обеспечивает предоставление сервисов в соответствии с соглашением об уровне предоставления услуг (SLA), которое не всегда обеспечивает требуемый финансовыми институтами

уровень безопасности вычислений и конфиденциальности данных.

В Gartner выявили четыре основных фактора риска облачных решений, которые необходимо учитывать при заключении договора с провайдером. Основные факторы риска, согласно оценке Gartner, следующие.

Во-первых, при анализе договора о предоставлении облачного сервиса необходимо обратить внимание на то, как составлен контракт: нацелен ли он на защиту прав потребителя или же на то, чтобы в большей мере защитить права провайдера. Gartner советует обратить особое внимание на политику и процедуры обработки данных, дополнительные процедуры резервного копирования, а также на плату за доступ к информации после расторжения контракта. Все эти факторы могут привести к возникновению дополнительных затрат.

Во-вторых, в Gartner рекомендуют: чтобы провайдер оправдал ожидания заказчика, следует обратить внимание на четкое перечисление и «роспись» в договоре услуг, которые обязуется предоставить провайдер.

В-третьих, провайдер может менять условия договора в одностороннем порядке. Поэтому в Gartner советуют получить гарантию провайдера, что контракт не будет изменен в течение определенного срока и что заказчик будет поставлен в известность обо всех изменениях в договоре.

Наконец, существует риск размытых обязательств провайдеров. Перед тем как вложить средства в облачный сервис, необходимо просчитать, что придется предпринять, если провайдер не справится, каковы риски отказа сети между организацией и провайдером, включая риски «последней мили».

И третий вариант развертывания – гибридное «облако», использующее совместно два вышеперечисленных варианта развертывания.

Для определения пропорций использования «публичных» и «частных» облаков в интересах кредитно-финансовых организаций необходимы соответствующие стандарты и методологические решения. В настоящее время над этой проблемой работает коллектив консорциума Enterprise Cloud Leadership Council. Участниками данного консорциума являются Bank of

America, Credit Suisse, Deutsche Bank и другие финансовые организации. Разработкой, стандартизацией и продвижением решений для обеспечения различных аспектов безопасности облачных вычислений для банковского сообщества занимается и другая организация - Cloud Security Alliance.

## 2. Оценка безопасности виртуализированных сред

*Полная и частичная виртуализация:* Существуют два вида виртуализации в парадигме облачных вычислений. В полной виртуализации, вся аппаратура архитектуры системы реплицируется виртуально. А при частичной виртуализации операционная система модифицирована таким образом, что она может быть запущена одновременно с другими операционными системами. VMM (монитор виртуальных машин), представляет собой программный слой, который позволяет абстрагироваться от физических ресурсов, используемых несколькими виртуальными машинами. VMM предусматривает виртуальный процессор и другие виртуальные системы, такие как устройства ввода/вывода, хранения, памяти и т.д.

При оценке безопасности виртуализированных сред были обнаружены уязвимости во всех виртуализациях программного обеспечения, которые могут быть использованы злоумышленниками для прохождения некоторых ограничений безопасности и/или с целью повысить свои привилегии.

Рассмотрим основных поставщиков облачных сервисов, предоставляющих своим услуги по всем основным направлениям облачных вычислений: SaaS, PaaS и IaaS (табл. 1). Следует отметить, что представлен не полный перечень провайдеров, а лишь самые основные игроки данного сегмента рынка информационно-телекоммуникационных услуг.

Таблица 1

Крупнейшие поставщики облачных услуг

| Услуга | Фирма-провайдер   |
|--------|---|
| IaaS   | Amazon EC2, Amazon S3, GoGrid   |
| PaaS   | Google App Engine, Microsoft Azure Services, Amazon, Elastic Map Reduce |
| SaaS   | Salesforce, Google Docs   |

В таблице 2 приводятся результаты оценки текущего состояния механизмов безопасности, реализованные крупнейшими поставщиками облачных услуг. Представленная в таблице 2 данные, основаны на информации доступной в открытых источниках на официальных сайтах этих поставщиков.

и зарубежных публикаций показал, что большинство авторов определяют доверие следующим образом. «Доверие является определенным уровнем субъективного представления о вероятности, с которой агент будет выполнить определенное действие, в то время как мы можем контролировать такие действия, и в контек-

Таблица 2

Механизмы безопасности, реализованные крупнейшими поставщиками облачных услуг

| Механизм безопасности              | Результат   |
|------------------------------------|---|
| Восстановление пароля              | 90% используют стандартные методы для большинства предоставляемых услуг, в то время только 10% используют сложные методы и механизмы  |
| Механизм шифрования                | 40% используют стандартное шифрование SSL, при этом 20% используют механизмы шифрования за дополнительную плату. 40% также используют методы реализованные по принципу протокола HTTPS. |
| Расположение данных                | 70% определили местонахождение своих ЦОДов в некоторых страна, в то время как 10% имеют единственное местоположение. 20% относят данный вид информации к конфиденциальной               |
| Доступность истории                | В 40% присутствует заявленное время простоя, наряду с результатом в потере данных, в то время как в 60%-ых случаях доступность данных высока.   |
| Частная собственность / Открытость | Только 10% провайдеров имеют открытые механизмы   |
| Мониторинг сервисов                | 70% оказывают данные услуг за дополнительную плату, в то время как 10% используют автоматические методы. 20% не предоставляют данную информацию.  |

### 3. Оценка риска в облачных вычислениях

Современная технология обеспечения безопасности дает возможность создания определенного уровня доверия в области облачных технологий. Например, SSL (протокол Secure Socket Layer), цифровые подписи и аутентификация протоколов для доказательства методов аутентификации и контроля доступа для управления авторизацией. Однако сами методы не могут дать методику определения достоверности. SSL, например, не может сам по себе доказать, что сообщение между сервером и несколькими хостами является безопасным. Кроме того, есть вероятность нескольких точек отказов в облачной среде.

Современные технологии безопасности не обладают эффективными инструментами для определения достоверности информации. Анализ отечественных

сте, в котором он касается наших собственных действий». Исходя из этого определения, можно сказать, что доверие является субъективной оценкой и зависит от тех действий, которые мы не можем контролировать.

Можно выделить три вида моделей доверия в распределенных системах:

- прямое (полное) доверие;
- доверительные отношения;
- допустимое доверие.

В облачных технологиях, в которых данные и программы, по сути, являются трансграничными, доверительные отношения может иметь решающее значение для определенного типа приложений. Модель прямого доверия существует в облаке, когда есть общая сущность доверия, когда выполняются все заявленные аутентификации и генерации учетных данных, которые связаны с конкретными лицами.

Ключевая разница с другими моделями в том, что прямая модель доверия не позволяет делегировать заявленные аутентификации. И каждая проверяющая сторона должна использовать эту структуру. Примером такого типа доверия является использование РКІ (Инфраструктура Публичного Ключа), где проверка подлинности на основе ключевых центров сертификации (ЦС) дает все виды доверительных отношений. Ответственность безопасной передачи данных лежит в руках сертифицирующих органов (удостоверяющих центров).

Очень сложно найти подходящую единицу измерения для определения доверия, но есть несколько производных переменных (например, данные о затратах), которые могут быть использованы для его описания. На основании значимых факторов безопасности строится матрица доверия и проводится анализ рисков безопасности данных. Для построения матрицы доверия, некоторые эвристики могут быть использованы для выбора параметров безопасности.

В облачной среде, стоимость данных, как правило, зависит от оценки пользователей, основанной на критичности данных. Существует большое многообразие факторов, влияющих на критичность данных. Так, например, конфиденциальная коммерческая информация может быть важной, и поэтому ей назначается более высокая стоимость по сравнению с менее критическими данными.

Кроме того, история провайдера может являться допустимым параметром для оценки риска. История включает в себя профиль провайдера, его заслуги в прошлом. Если пользователи не удовлетворены качеством конкретного сервиса, предоставляемого провайдером, это существенно повлияет на фактор доверия. Если поставщик услуг не обладает хорошей историей безопасности данных (например, есть последняя запись является записью о нарушении безопасности), то она может также уменьшить фактор доверия. При этом и другие переменные также могут быть использованы для создания матрицы доверия, например, поддержка шифрования, стоимость услуги, поддержка мониторинга и т.д.

Наряду с матрицей доверия, существуют ряд параметров также используемых для измерения доверия, позволяющие точно настроить доверительные переменные. Параметры, которые мы выбираем в этой категории – это расположение данных, соблюдение установленных норм.

Как правило, вышеперечисленные параметры используются, как механизм поддержки в матрице доверия. Они используются в качестве проверки факторов, которые обеспечивает поддержку принятия решения при анализе рисков.

Используя матрицу доверия, где оси отражают используемые переменные, свяжем их по значению друг с другом. Рисунок 1, дает графическую интерпретацию матрицы доверия для анализа риска, где низкий риск – зона высокого доверия (high trust zone), а высокий риск – зона низкого доверия (low trust zone):

Здесь по оси X представлены данные по стоимости (data cost); по оси Y – историю услуг провайдера (provider's history) и по оси Z – информация о местоположении данных (data location).

Теперь очевидно, что высокая стоимость данных наряду с плохой историей поставщика услуг и в сочетании с очень критичными местами размещения данных приведет к более высокому риску – меньшему доверию.

Зона высокого доверия может указать риск безопасности для текущих операций, а также для будущих сделок с этим сервисом провайдера. Такой превентивный подход к оценке риска рассматривается как часть профилактической или реактивной меры. Например, добавленный уровень аутентификации и/или проверки пользователя может быть использован для процессов, которые связаны с зоной низкого доверия. Этот метод может быть использован для измерения доверия и для осуществления последующих операций с данными. На основе этого метода можно определить доверительные действия для всех будущих сделок с поставщиком услуг.

Согласно данным, приведенным IDC (International Data Corporation), пока еще для обеспечения целостности и непротиворечивости данных, хранимых в облаках, используются только криптографические

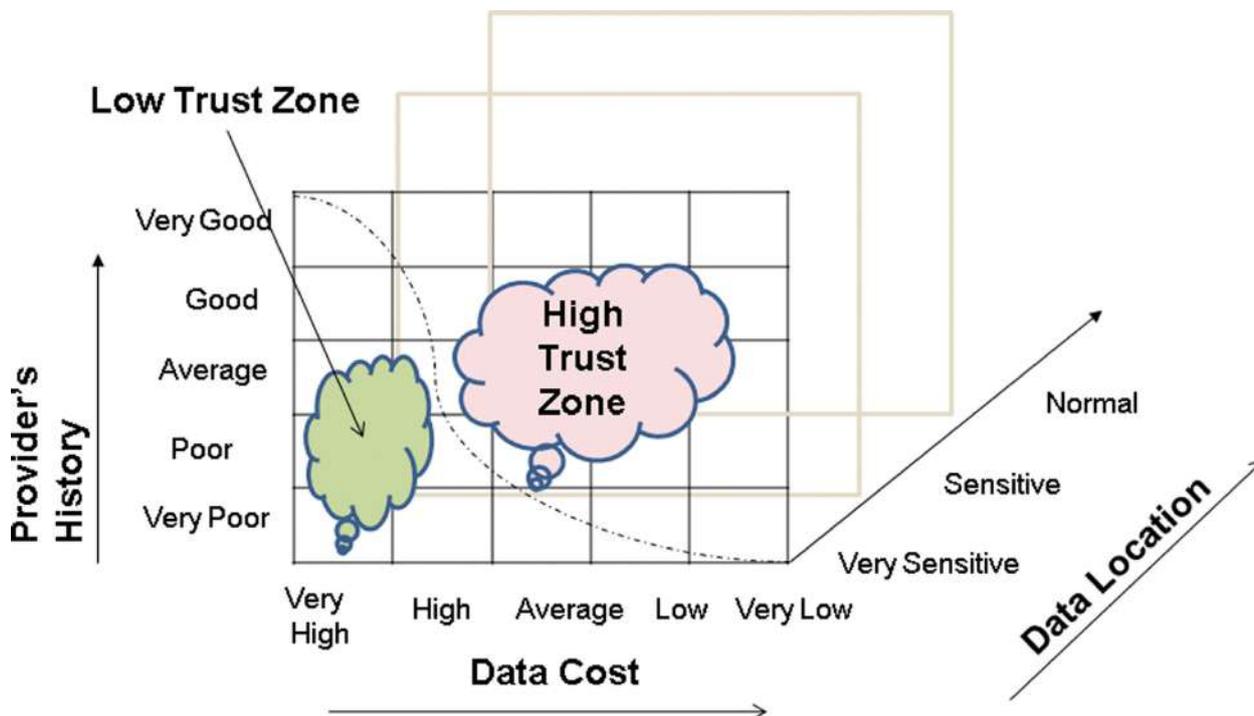


Рис. 1. Матрица доверия для анализа степени риска

средства защиты. В техническом описании на AWS (Amazon Web Services) рассматривается физическая безопасность, резервное копирование и использование соответствующих сертификатов [3]. Аналогичным образом, другие поставщики, такие как Google, Microsoft и т.д. рассматривают альтернативные механизмы обеспечения безопасности в облаке.

В работе [4] показаны семь значимых рисков, которые клиент должен оценить, чтобы использовать инфраструктуру облачных вычислений. В дополнение к этим семи рискам, мы также определили ряд других определяющих факторов, которые должны учитываться при выборе провайдера облачных сервисов. Эти вопросы включают хранение данных, безопасность сервера, привилегированный доступ пользователей, виртуализацию и переносимость данных. Для принятия риска безопасности данных предлагается определить ключевой набор переменных доверия, в результате чего, возможно построения доверительной

матрицы, основанной на безопасности данных в облачных вычислениях.

### Заключение

Достижение целей информационной безопасности (ИБ) организации становится одним из ключевых факторов для принятия решений об услугах аутсорсинга информационных технологий и, в частности, для принятия решения о миграции организационных данных, приложений и других ресурсов на инфраструктуру, основанную на среде облачных вычислений.

В настоящее время отсутствует системный подход к анализу рисков в средах облачных вычислений. В данной статье представлен один из подходов к анализу рисков безопасности данных. Предложенный подход легко адаптируется для автоматизации процесса анализа рисков в корпоративных сетях организаций, функционирующих на основе технологии облачных вычислений.

### Список литературы

1. Царегородцев А.В., Качко А.К. Обеспечение информационной безопасности на облачной архитектуре организации // Национальная безопасность. – М.: Изд-во “НБ Медиа”, 2011. - №5. – С. 25-34.
2. Царегородцев А.В., Качко А.К. Один из подходов к управлению информационной безопасностью при разработке информационной инфраструктуры организации // Национальная безопасность. – М.: Изд-во “НБ Медиа”, 2012. - №1(18). – С. 46-59.
3. Overview of Security Processes (2011).
4. Brodtkin, J. Seven Cloud Computing Security Risks (2008), <http://www.gartner.com/DisplayDocument?id=685308>.

## Требования к оформлению рукописей статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно–практического журнала "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе "Антиплагиат".

**За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.**

Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно–практический журнал "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

### Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением ".doc", или ".rtf", шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускается.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Список литературы составляется в соответствии с ГОСТ 7.1–2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

### Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

### Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0–11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные – 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф–редактору научно–практического журнала "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" (e-mail: [redaktor@nauteh-journal.ru](mailto:redaktor@nauteh-journal.ru)).