



Инженерно-  
технологическая  
академия

**Институт компьютерных технологий  
и информационной безопасности**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
СИСТЕМ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И  
ДИДАКТИКА В ОБУЧЕНИИ**

**Сборник статей  
Международной научно-практической конференции  
ТОМ 2**

**ТАГАНРОГ  
2018**

**Инновационные технологии и дидактика в обучении:** сборник статей международной научно-практической конференции. Том 2. – Таганрог: Издательство ЮФУ, 2018. – 131 с.

Сборник составлен по материалам IV Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и дидактика в обучении» состоявшейся 27-29 ноября 2018 года в г. Таганроге. Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений несут авторы публикуемых материалов. Материалы публикуются в авторской редакции.

**Мероприятие проведено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-07-20036-Г).**

© Коллектив авторов, 2018

## МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Козловский А.В., Целых А.А., Самойлова А.Н.  
Южный федеральный университет, г. Таганрог

*Аннотация:* Социальная сеть – это совокупность людей (или организаций, или других социальных субъектов), связанных между собой набором социальных отношений, таких как дружба, совместная работа или обмен информацией. Анализ социальных сетей фокусируется на анализе закономерностей взаимоотношений между людьми, организациями, государствами и иными социальными структурами. Анализ социальных сетей обеспечивает как визуальный, так и математический анализ человеческих отношений. Веб-страницы также можно рассматривать как социальную сеть. Социальные сети формируются между веб-страницами путем гиперссылки на другие веб-страницы. В статье дается обзор современных методов моделирования социальных сетей.

*Ключевые слова:* Социальная сеть, Метод, Моделирование

### Введение

Социальная сеть – это социальная структура между участниками, в основном, отдельными лицами или организациями. Она указывает на то, как лица связаны через различные социальные знакомства, начиная от случайного знакомства до близких связей [1]. Трафик электронной почты, передача болезней и преступная деятельность могут быть смоделированы как социальные сети. Анализ социальных сетей – это картирование и измерение отношений и потоков между людьми, группами, организациями, животными, компьютерами или другими объектами обработки информации/знаний. Узлами в сети являются люди и группы, в то время как связи показывают отношения или потоки между узлами. Анализ социальных сетей обеспечивает как визуальный, так и математический анализ человеческих отношений. Консультанты по управлению используют эту методологию со своими бизнес-клиентами и называют ее анализом организационной сети. Одним из наиболее интересных аспектов социальных структур является их субструктура с точки зрения группировок, или клик. Количество, размер и соединения между подгруппами в сети могут многое рассказать о вероятном поведении сети в целом. Как быстро все будет двигаться по участникам в сети? Будут ли конфликты чаще включать несколько групп или только лишь две фракции? В какой степени подгруппы и социальные структуры перекрывают друг друга? [1] Все эти аспекты структуры подгрупп могут иметь большое значение для прогнозирования поведения сети в целом.

Данные социальных сетей состоят из различных элементов. Следуя определению Вассермана и Фауста [2], данные социальных сетей можно рассматривать как социальную реляционную систему, характеризующуюся набором участников и их социальными связями. Дополнительная информация в виде переменных атрибутов субъектов или множественных отношений может

быть частью социальной реляционной системы. Данные социальных сетей можно собирать различными способами. Наиболее распространенный подход заключается в использовании вопросников, а также опросов, наблюдений и вторичных источников, которые часто используются сетевыми методами сбора данных [3].

Одна из важнейших задач анализа социальных состоит в адекватном представлении извлеченных данных. Представление должно быть таким, чтобы обеспечивать наилучшую визуализацию важных для аналитика аспектов и содержать в себе возможности для машинной обработки.

## МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

*Формальные методы.* Одной из причин использования математических и графических методов в анализе социальных сетей является компактное и систематическое представление описаний сетей. Связанная с этим причина использования (в частности, математических) формальных методов представления социальных сетей заключается в том, что математические представления позволяют применять компьютеры для анализа сетевых данных. Третья, и последняя причина использования "формальных" методов (математика и графики) для представления данных социальных сетей заключается в том, что методы обработки графов и сами правила математики предполагают вещи, которые мы могли бы искать в наших данных [1].

При анализе полных сетей можно провести различие между:

- описательными методами, также через графические представления (см. [4])
- процедурами анализа, часто основанные на декомпозиции матрицы смежности
- статистическими моделями, основанными на вероятностных распределениях.

*Теория графов.* При анализе социальных сетей используется (в основном) один вид графического отображения, который состоит из точек (или узлов) для представления участников и линий (или ребер) для представления связей или отношений. Этот способ был заимствован социологами у математиков и переименован в «социограмму» вместо классического термина «граф».

Существует ряд вариаций на тему социограмм, но все они имеют общую черту использования помеченного круга для каждого участника в популяции, которую мы описываем, и линейных сегментов между парами участников для представления наблюдения о том, что между ними существует связь.

Визуализация путем отображения социограммы, а также резюме теоретических концепций графов дает первое описание данных социальных сетей. Для небольшого графика этого может быть достаточно, но обычно данные и/или исследовательские вопросы слишком сложны для этого относительно простого подхода.

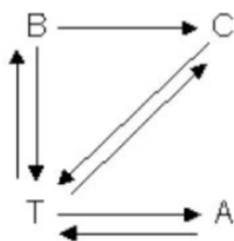


Рисунок 1. Представление социальных отношений с помощью «социограмм»

*Представление социальных отношений с помощью матриц.* Наиболее распространенной видом матрицы в анализе социальных сетей является очень простая ее форма, состоящая из столько строк и столбцов, сколько существует субъектов в наборе данных, где элементы представляют связи между субъектами. Самая простая и распространенная матрица – двоичная. То есть, если связь присутствует, единица вводится в ячейку; если связи нет, то вводится ноль. Такого рода матрица является отправной точкой для почти всего анализа социальных сетей и называется «матрицей смежности», потому что она представляет, кто находится рядом или рядом с кем в «социальном пространстве», отображенном отношениями. Рассмотрим простой пример. Ориентированный граф выбора дружбы между Бобом, Кэрол, Тедом и Алисой, который показан на рисунке 1. Поскольку связи измеряются на номинальном уровне (то есть данные являются данными двоичного выбора), мы можем представить ту же информацию в матрице, которая показана на рисунке 2 [1]:

|       | Bob | Carol | Ted | Alice |
|-------|-----|-------|-----|-------|
| Bob   | --- | 1     | 0   | 0     |
| Carol | 1   | ---   | 1   | 0     |
| Ted   | 1   | 1     | --- | 1     |
| Alice | 0   | 0     | 1   | ---   |

Рисунок 2. Представление социальных отношений с помощью матриц

*Статистические модели анализа социальных сетей.* Статистический анализ социальных сетей существует более 60 лет. С 1970-х годов одним из основных направлений в этой области было моделирование вероятностей реляционных связей между взаимодействующими единицами (социальными субъектами). Обширное введение статистики в более ранние методы было обеспечено Вассерманом и Фаустом [2]. Два из наиболее известных текущих направлений – Марковские случайные поля (MRFs), введенные Фрэнком и Штраусом [5], и экспоненциальные случайные графические модели (ERGMs), также известные как  $p^*$  [6,7]. Недавно ERGM был расширен Снайдерсом [8] для достижения устойчивости в оценочных параметрах.

Статистическая литература по моделированию социальных сетей предполагает наличие  $n$  сущностей, называемых участниками, и информации о

бинарных отношениях между ними. Двоичные отношения представляются в виде матрицы  $Y$   $n \times n$ , где  $Y_{ij}$  равен 1, если участник  $i$  каким-то образом связан с  $j$  и 0 иначе. Например,  $Y_{ij} = 1$ , если  $i$  считает  $j$  другом. Сущности обычно представлены в виде узлов, а отношения – в виде стрелок между узлами. Если матрица  $Y$  симметрична, то отношения представляются в виде неориентированных стрелок. В более общем случае  $Y_{ij}$  может быть оценено не просто двоичным способом, а с использованием представления силы (или ценности) отношений между участниками  $i$  и  $j$  [9]. Кроме того, каждый объект может иметь набор характеристик  $x_i$ , таких как демографическая информация. Тогда  $n$ -мерный вектор  $X = x_1, \dots, x_n$  называется полностью наблюдаемым, что учитывается в модели [10].

Полезными свойствами такого рода моделей являются:

- Способность объяснить важные свойства между сущностями, которые часто встречаются в реальной жизни, такие как взаимность, если  $i$  связано с  $j$ , то  $j$ , скорее всего, будет как-то связано с  $i$ ; и транзитивность, если я знаю  $j$  и  $j$  знает  $k$ , вполне вероятно, что я знаю  $k$ .
- Методы вывода для обработки систематических ошибок при измерении связей [11].
- Общие подходы к оценке параметров и сравнению моделей с использованием методов Марковского цепного Монте-Карло (напр. [12]).
- Учет индивидуальной изменчивости [13] и свойств участников [10].
- Возможность обработки групп узлов с эквивалентными статистическими свойствами [14].

### **Заключение**

Существует несколько проблем с существующими моделями, такими как проанализированное вырождение [15], и масштабируемость, упомянутая в нескольких источниках [10] [16]. Новые спецификации для моделей экспоненциальных случайных графов, предложенные в [8], пытаются найти решение для неустойчивого правдоподобия, предлагая несколько иную параметризацию моделей, чем раньше.

*Работа выполнена в рамках внутреннего гранта Южного федерального университета № ВнГр-07/2017-28*

### **Библиографический список**

1. A. Hanneman and M. Riddle, "Introduction to social network methods," online at <http://www.faculty.ucr.edu/hanneman/nettext/>, 2005.
2. S. Wasserman and K. Faust, *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press, November 1994.
3. R. L. Breiger, *The Analysis of Social Networks*. London: Sage Publications Ltd, 2004, pages 505-526 in *Handbook of Data Analysis*, edited by Melissa Hardy and Alan Bryman.

4. L. Freeman, *Graphic techniques for exploring social network data*. New York: Cambridge University Press, 2005, pages 248-269 in 'Models and methods in social network analysis' edited by P.J. Carrington, J. Scott, and S. Wasserman.
5. O. Frank and D. Strauss, "Markov graphs," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 81, pp. 832–842, 1986.
6. S. Wasserman and P. Pattison, "Logit models and logistic regression for social networks: I. an introduction to markov graphs and  $p^*$ ," *Psychometrika*, vol. 61, pp. 401–425, 1996.
7. C. Anderson, S. Wasserman, and B. Crouch, "A  $p^*$  primer: logit models for social networks," *Social Networks*, vol. 21, pp. 37–66, 1999.
8. T. A. Snijders, P. E. Pattison, G. L. Robins, and M. S. Handcock, "New specifications for exponential random graph models," 2004.
9. G. Robins, P. Pattison, and S. Wasserman, "Logit models and logistic regressions for social networks," *Psychometrika*, vol. 64, pp. 371–394, November 1999.
10. P. Hoff, A. Raftery, and M. Handcock, "Latent space approaches to social network analysis," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 97, pp. 1090–1098, 2002.
11. C. Butts, "Network inference, error, and informant (in)accuracy: a bayesian approach," *Social Networks*, vol. 25, no. 2, pp. 103–140, 2003.
12. T. Snijders, "Markov chain monte carlo estimation of exponential random graph models," *Journal of Social Structure*, 2002.
13. P. Hoff, "Random effects models for network data," Irvine, California, November 2003.
14. Y. Wang and G. Wong, "Stochastic blockmodels for directed graphs," vol. 82, no. 8-19, 1987.
15. M. Handcock, "Assessing degeneracy in statistical models of social networks," December 2003, working paper, University of Washington.
16. P. Smyth, "Statistical modeling of graph and network data," in *Proceedings of IJCAI Workshop on Learning Statistical Models from Relational Data*, Acapulco, Mexico, August 2003.

# РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ БЕЗЭТАЛОННОГО СПОСОБА ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИХ И ТОМОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Проскуряков А.В., Тарасов Н.В.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

avproskuryakov@sfedu.ru

***Аннотация:** В статье описаны алгоритмы реализации безэталонных способов обработки медицинских снимков: коэффициент корреляции Пирсона, ковариационная матрица, информационно-энтропийный анализ. Рассмотрены основные принципы их реализации, ключевые величины, на которых строится анализ.*

***Ключевые слова:** анализ, АРМ, рентгенология, безэталонный способ, информационно-энтропийный анализ, РИС.*

**Введение.** В настоящее время на смену аналоговым медицинским изображениям приходят цифровые. Перевод в цифровую форму (с самого начала их получения или позже) облегчает обработку изображений, хранение и передачу медицинских визуальных данных. Эти возможности значительно расширились с появлением автоматизированных рабочих мест (АРМ) с большим объемом памяти для хранения данных и достаточной вычислительной мощностью. Информационные технологии могут помочь на всех этапах получения и обработки медицинских изображений [1,3]. Компьютеры непосредственно принимают участие в создании некоторых типов изображений, которые не могут быть получены другим способом: компьютерная томография, позитронная эмиссионная томография (ПЭТ), МРТ.

**Постановка задачи.** Часто врачам-рентгенологам сложно поставить точный диагноз в связи с различными факторами, такими как низкое качество снимков, их зашумленность или неочевидность выявляемых патологий. Для того, чтобы облегчить решение подобных задач, увеличить качество и результативность принимаемых решений по постановке диагноза в настоящее время ведется разработка различных программ для поддержки принятия решения. Для решения таких задач успешно применяются алгоритмы безэталонного анализа. При их реализации необходимо поделить исследуемый объект на области, в которых будет производиться анализ. Они не требуют выделения эталонных областей, а значит лишены ряда проблем, связанных с данным процессом (объективность эталонных методов напрямую зависит от правильности выбора эталонной области).

**Реализация.** Можно выделить две группы алгоритмов, применяемых при безэталонном анализе: алгоритмы корреляционного анализа и алгоритмы информационно-энтропийного анализа.

1. Алгоритм корреляционного анализа. Корреляционным анализом называется совокупность методов обнаружения корреляционной зависимости между случайными величинами или признаками.



Коэффициент корреляции Пирсона характеризует существование линейной зависимости между двумя величинами.

Пусть даны две выборки  $x^m = (x_1, \dots, x_m)$ ,  $y^m = (y_1, \dots, y_m)$ ;

Коэффициент корреляции Пирсона рассчитывается по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{cov(x,y)}{\sqrt{s_x^2 s_y^2}}, \quad (1)$$

где  $\bar{x}, \bar{y}$  – выборочные средние  $x^m$  и  $y^m$ ,  $s_x^2, s_y^2$  – выборочные дисперсии,  $r_{xy} \in [-1, 1]$ . [2]

Коэффициент корреляции Пирсона называют также теснотой линейной связи:

- $|r_{xy}| = 1 \Rightarrow x, y$  линейно зависимы,
- $r_{xy} = 0 \Rightarrow x, y$  линейно независимы [2].

Использование коэффициента корреляции в качестве меры связи оправдано лишь тогда, когда совместное распределение пары признаков нормально или близко к нормальному. Об этом нельзя забывать, но часто это игнорируется.

Вычисление коэффициента корреляции может быть также выполнено через ковариацию - меру линейной зависимости двух случайных величин.

Ковариация рассчитывается по формуле:

$$Cov(X, Y) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (2),$$

где  $x_i, y_i, i = 1, 2, \dots, n$  – компоненты векторов  $X$  и  $Y$ ,  $n$  – численности выборок  $X$  и  $Y$  [2].

Ковариация выборки с самой собой будет называться дисперсией.

Если  $X$  есть  $p$ -мерный вектор, его удобно представить в виде матрицы, состоящей из  $p$  столбцов длиной  $n$  элементов. На практике же дисперсионно-ковариационную матрицу лучше вычислять, используя матричную запись:

$$C = \frac{1}{n-1} (XX' - n\bar{x}\bar{x}') \quad (3),$$

где  $\bar{x}$  – вектор средних длиной  $n$ .

2. Алгоритм информационно-энтропийного анализа. Следующий рассматриваемый способ обработки – это информационно-энтропийный анализ. Он основан на методе исчисления новой (непредсказуемой) и избыточной (предсказуемой) информации Клода Шеннона. При таком анализе мы рассчитываем показатель энтропии целевой области, рассчитываем максимальный показатель энтропии (исходя из количества уровней изображения), и, сравнивая полученные два значения, делаем вывод анализа (по принципу – чем больше энтропия, тем хуже). Данный подход также позволяет получить релевантный результат при условии хорошей

ограниченности исследуемого объекта (исследуемый объект должен включать всю исследуемую область, и не включать ничего кроме этого)[3,4,5].

При векторном описании изображения среднее количество информации в изображении равно энтропии источника:

$$H(f) = - \sum_{t=1}^t P(f_t) \log P(f_t) \quad (4)$$

Данный метод хорошо зарекомендовал себя в разных областях науки, и широко применяется, в том числе и для задач анализа изображений. В данном случае такой подход позволит независимо анализировать исследуемые области, оценивая степени неоднородности и сравнивая данный показатель для областей исследуемого объекта друг с другом[2].

**Результаты.** В ходе исследования различных алгоритмов анализа и классификации, были выделены определенные алгоритмы, которые можно применять при анализе элементов рентгенографических и томографических снимков. Все эти алгоритмы имеют свои достоинства и недостатки по сравнению друг с другом. На практике они чаще всего взаимозаменяемы на большинстве задач. Часто сложно предугадать, какой алгоритм покажет лучшие результаты в каждом конкретном случае, поэтому конечный выбор с уверенностью можно сделать, лишь протестировав работу алгоритмов на некоторой тестовой выборке входных данных.

В связи с тем, что на некоторых задачах не удастся явно выделить лучший подход, имеет смысл применять различные алгоритмы, анализируя одни и те же объекты, и делать общий вывод, основываясь на всех полученных результатах. Такой подход называется комбинированным и имеет множество вариаций.

### **Библиографический список**

1. Волков А.Г., Самойленко А.П., Проскураков А.В. Метод диагностики состояния параназальных пазух по их рентгенографическим изображениям. – X Международную научно-техническую конференцию «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2012) 2012, 63-67 с.

2. Тарасов Н.В., Дубинин А.А., Голощанов И. В Алгоритмы анализа медицинских рентгенографических и томографических снимков. Ростов-на-Дону, Издательство Южного Федерального Университета: Материалы III Всероссийской научно-технической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности»(ФПАКТИБ'2017) 2017, С.237-240

3. Самойленко А.П., Проскураков А.В. Способы реализации метода диагностики состояния параназальных пазух по их рентгенографическим изображениям. – Сборник трудов XI Международной научно-технической конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2014) 2014, С.71-75.

4. Проскуряков А.В., Самойленко А.П. Подсистема математического и программного обеспечения поддержки принятия решений на базе способов диагностики заболеваний по рентгеновским снимкам «Медицинской автоматизированной диагностической информационной системы» Журнал «Промышленные АСУ и контроллеры». 2015. № 1 С.34-43 ISSN 1561-1531.

5. Проскуряков А.В Реализация способов диагностики заболеваний в медицинской автоматизированной информационной системе поддержки принятия решений. Владимир, Суздаль: Сборник трудов XII Международной научно-технической конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2016) 2016, С.303-307.

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОИНСПИРИРОВАННЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ

Курситыс И.О., Нацкевич А.Н.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

***Аннотация:** Данная статья описывает популярные методы решения задачи классификации, которая является одной из ключевых задач в области интеллектуального анализа данных. В статье рассмотрены популярные методы и алгоритмы решения задачи: классические методы, такие как иерархические алгоритмы, алгоритмы квадратичной ошибки, алгоритмы нечеткой кластеризации, алгоритмы, основанные на теории графов; и методы биоинспирированного поиска, такие как метод роя частиц, муравьиный алгоритм, пчелиный алгоритм, алгоритм бактериальной оптимизации, алгоритм кукушки и т.д. Обоснована эффективность применения биоинспирированных алгоритмов. Приведен пример бустинга биоинспирированных алгоритмов, как эффективного метода решения задачи кластеризации.*

***Ключевые слова:** задача кластеризации, биоинспирированные алгоритмы, бустинг алгоритмов, муравьиный алгоритм.*

**Введение.** В современном мире одним из основных негативных факторов в сфере интеллектуального анализа данных является постоянный рост генерируемых данных, для передачи и дальнейшей обработки. Одним из наиболее часто и успешно используемых методов анализа данных является кластеризация, что связано с необходимостью деления огромного количества постоянно растущего объема данных на кластеры [1] для последующего упрощения их обработки с целью выделения ключевой информации и решения различных научных проблем.

**Задача кластеризации.** Кластеризация – объединение в группы схожих объектов – является одной из фундаментальных задач в области Data Mining. Список прикладных областей достаточно широк: сегментация изображений, маркетинг, борьба с мошенничеством, прогнозирование, анализ текстов и многие другие. Как правило, кластеризация применяется для того, чтобы произвести так называемое сжатие данных, т.е. сократить объем используемых данных за счёт того, что внутри кластера объекты не различаются (рассматриваются как один объект).

В работе [2] авторами приведена следующая постановка задачи кластеризации данных.

Пусть  $X = \{x_i \mid i=1,2,\dots,n\}$  – множество объектов, каждый объект описывается множеством атрибутов (признаков конкретного объекта)  $A = \{a_j \mid j=1,2,\dots,m\}$ .  $Y = \{y_l \mid l=1,2,\dots,k\}$  – множество кластеров, по которым необходимо распределить объекты. Каждый кластер содержит центроид  $c_l \in C$ , описывающий средние параметры множества объектов, входящих в данный кластер. Задана функция расстояния между объектами  $P(x_i, x_j)$ . Требуется

разбить множество объектов на непересекающиеся подмножества так, чтобы каждый кластер состоял из объектов, близких по метрике  $p$ . В процессе решения каждому объекту приписывается номер кластера  $l$ . Алгоритм кластеризации – это функция  $a: X \rightarrow Y$ , которая любому объекту  $x_i \in X$  ставит в соответствие номер кластера  $l$ . Количество кластеров при этом может быть известно заранее или определяться в процессе работы алгоритма.

### **Обзор алгоритмов решения задачи.**

Среди алгоритмов *иерархической кластеризации* выделяются два типа: восходящие и нисходящие алгоритмы. Нисходящие алгоритмы работают по следующему принципу: в начале все объекты помещаются в один кластер, который затем разбивается на все более мелкие кластеры. Восходящие алгоритмы в начале работы помещают каждый объект в отдельный кластер, а затем объединяют кластеры во все более крупные. К недостатку иерархических алгоритмов можно отнести систему полных разбиений, которая может являться излишней в контексте решаемой задачи [3].

Задачу кластеризации можно рассматривать как построение оптимального разбиения объектов на группы. При этом оптимальность может быть определена как требование минимизации *среднеквадратической ошибки* разбиения.

Самым распространенным алгоритмом этой категории является метод *k-средних*. Этот алгоритм строит заданное число кластеров, расположенных как можно дальше друг от друга. К недостаткам данного алгоритма можно отнести необходимость задавать количество кластеров для разбиения [3].

Наиболее популярным алгоритмом *нечеткой кластеризации* является алгоритм *s-средних*. Он представляет собой модификацию метода *k-средних*. Этот алгоритм может не подойти, если заранее неизвестно число кластеров, либо необходимо однозначно отнести каждый объект к одному кластеру.

Алгоритмы, основанные на теории графов. Суть таких алгоритмов заключается в том, что выборка объектов представляется в виде графа  $G=(V, E)$ , вершинам которого соответствуют объекты, а ребра имеют вес, равный «расстоянию» между объектами. Достоинством графовых алгоритмов кластеризации являются наглядность, относительная простота реализации и возможность внесения различных усовершенствований, основанные на геометрических соображениях.

Задача кластеризации относится к категории NP-полных задач, т.к. количество объектов для разбиения может быть непредсказуемо большим в условиях работы с большими массивами данных. Для решения таких задач в настоящее время широко используются недетерминированные (стохастические), работающие одновременно с большим количеством текущих решений (многоагентные) алгоритмы, являющиеся более эффективными и универсальными. За последние несколько десятилетий наблюдается широкое распространение и развитие методов и алгоритмов, инспирированных эволюцией (эволюционные алгоритмы, генетические алгоритмы, методы имитации отжига), и коллективным поведением особей в природе (муравьиный

алгоритм, алгоритм пчелиной колонии, метод роя частиц, алгоритм поведения светлячков, алгоритм стаи серых волков, алгоритм летучих мышей).

Исследованию биоинспирированных алгоритмов для решения задачи кластеризации посвятили свои труды многие ученые. Van, D.M. и A.P. Engelbrecht в работе [4] предложили оптимизацию кластеризации данных методом роя частиц (PSO – Particle Swarm Optimization) и гибридный алгоритм, использующий методы PSO и k-средних. Shelokar с соавторами [5] предложили использование муравьиного алгоритма: распределенных агентов, имитирующих поведение муравьев в природе, что показало достойные результаты. Zhang с соавторами [6] предложили модифицированный метод пчелиной колонии, с использованием метода Deb's rules вместо «жадной» стратегии. X. Yan предложил гибридный пчелиный алгоритм с использованием оператора кроссинговера из классического генетического алгоритма для передачи информации между агентами-пчелам. M.Wan с соавторами [7] предложил кластеризацию алгоритмом бактериальной оптимизации. Эксперименты, проведенные на нескольких известных тестовых примерах, показали, что алгоритм эффективен при работе с различными размерностями кластеров. J. Senthilnatha, Vipul Dasb, Omkara и V. Mani [8] предложили алгоритм поиска кукушки с использованием метода Levy flight для решения задачи кластеризации и получили более эффективное решение, чем генетический алгоритм и метод роя частиц.

Таким образом, использование биоинспирированных методов и алгоритмов, а также их комбинаций, является популярным и эффективным решением NP-полных задач большой размерности и конкретно – задачи кластеризации.

В работе [9] была разработана модель бустинга, основная идея которого заключается в использовании взвешенной версии определенного набора алгоритмов и множество вероятностей, определяющее вхождения каждого отдельного объекта в конкретный кластер. Данный набор алгоритмов используется многократно, что позволяет подобрать алгоритм, наиболее хорошо подходящий для кластеризации каждого конкретного набора данных.

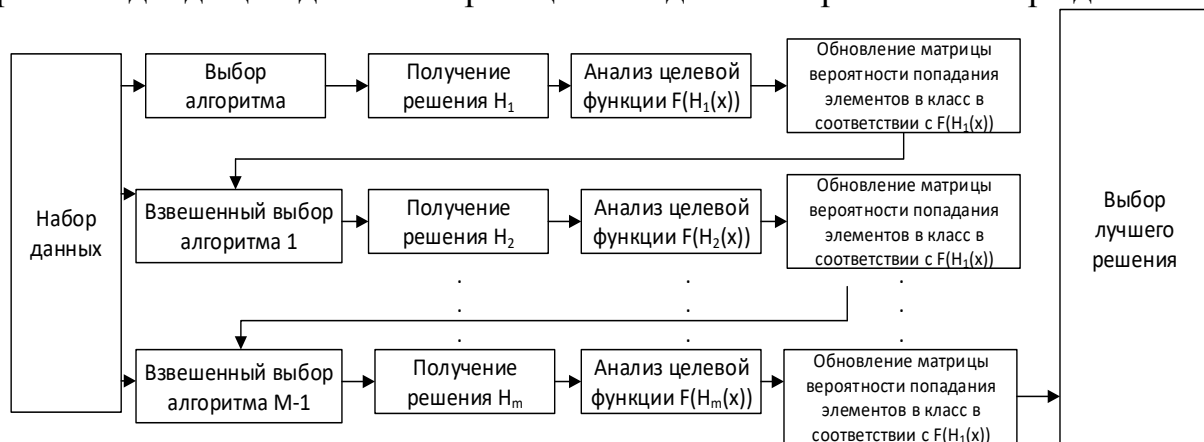


Рисунок 1 - Схема работы бустинга

Для данной модели в работе [2] был разработан муравьиный алгоритм, работающий с ориентированным двудольным графом на основе итерационного

выполнения базовой техники алгоритма поиска лучшего решения. Граф поиска решений представлен в виде выражения  $H^1=(E \cup W, U^1)$ , где  $E=\{e_i | i=1,2,\dots,n\}$  – первая доля, описывающая множество объектов для кластеризации, а  $W=\{w_j | j=1,2,\dots,m\}$  – вторая доля, описывающая множество кластеров. Ребро  $U_{ij}$  связывает вершину  $e_i \in E$  с  $w_j \in W$ .  $U^1 = \{u_j | j=1,2, \dots, m\}$  – множество ребер, связывающих вершины множества  $E$  с вершинами множества  $W^1$  – номер агента, получившего текущее решение. Ребро указывает на возможность принадлежности текущего объекта кластеру. Поиск решения  $V^1$  сводится к поиску на полном двудольном графе  $H_{nm}$  такого решения  $H^1$ , для которого оценка  $F^1$  имеет минимальное значение.

Модель бустинга работает с разработанным в [2] муравьиным алгоритмом и классическим методом k-средних. Экспериментальные исследования показали эффективность предложенного метода бустинга и позволили определить временную сложность алгоритма, которая является приемлемой для работы с большим количеством данных.

### **Заключение.**

Задача кластеризации является одной из ключевых задач интеллектуального анализа данных, ее решение требуется во многих сферах. Актуальность задачи обусловлена постоянно растущим объемом больших массивов данных.

В статье дано определение и постановка задачи, проанализированы популярные алгоритмы для ее решения. Обосновано применение биоинспирированных алгоритмов и гибридных алгоритмов с использованием методов биоинспирированного поиска, к которым относятся эволюционные (генетический алгоритм, алгоритм имитации отжига, эволюционный алгоритм), а также активно развивающиеся биоинспирированные алгоритмы, такие как алгоритм роя частиц, муравьиный алгоритм, пчелиный алгоритм, алгоритм светлячков, алгоритм кукушки, алгоритм летучих мышей и многие другие.

Раскрыты основные идеи разработанной модели бустинга, работающего с разными биоинспирированными алгоритмами на примере муравьиного алгоритма. В дальнейшем планируется разработка других биоинспирированных алгоритмов для использования в алгоритме бустинга, в частности, алгоритма летучих мышей.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-07-00703)*

### **Библиографический список**

1. Ka-Chun Wong, "A Short Survey on Data Clustering Algorithms", IEEE Second International Conference on Soft Computing and Machine Intelligence, 2015.
2. Кравченко Ю.А., Нацкевич А.Н. Модель решения задачи кластеризации данных на основе использования бустинга алгоритмов адаптивного поведения муравьиной колонии и k-средних // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2017. – № 7 (192). – С. 90-102

3. Кулиев Э.В., Кравченко Ю.А., Логинов О.А., Запорожец Д.Ю. Метод интеллектуального принятия эффективных решений на основе биоинспирированного подхода // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2017. № 6-2 (80). С. 162-169.
4. Кулиев Э.В., Лежебоков А.А., Кравченко Ю.А. Роевой алгоритм поисковой оптимизации на основе моделирования поведения летучих мышей // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. № 7 (180). С. 53-62.
5. Курейчик В.В., Курейчик В.М., Григораш А.С. Программный комплекс решения задачи кластеризации // Программные продукты и системы. 2017. № 2. С. 261-269.
6. P.S. Shelokar, V.K. Jayaraman and B.D. Kulkarni, "An Ant Colony Approach for Clustering", *Analytica Chimica Acta*, Vol. 509, No. 2, pp. 187-195, 2004.
7. Changsheng Zhang, Dantong Ouyang and Jiaxu Ning, "An artificial bee colony approach for clustering", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 7, pp. 4761-4767, 2010.
8. J. Senthilnath, Vipul Das, S.N. Omkar and V. Mani, "Clustering using Levy Flight Cuckoo Search", *Proceedings of Seventh International Conference on Bio-Inspired Computing: Theories and Applications, Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 202, pp. 65-75, 2012.
9. Кравченко Ю.А., Нацкевич А.Н., Курситыс И.О. Бустинг биоинспирированных алгоритмов для решения задачи кластеризации // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2018. Т. 1. С. 777-780.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАТИКА»

Балабаева И.Ю., Борисова Е.А., Мунтян Е.Р.  
Южный федеральный университет, г. Таганрог

***Аннотация:** В статье рассмотрен поэтапный процесс проведения промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Информатика». На примере Института компьютерных технологий и информационной безопасности Южного федерального университета показано использование практико-ориентированного подхода, позволяющего успешно реализовать требования к результатам освоения базового курса «Информатика».*

***Ключевые слова:** информатика, информация, практико-ориентированный подход, интеграция*

Дисциплина «Информатика» занимает устойчивое положение в реализации основных задач образовательных профессиональных программ подготовки бакалавров и специалистов технической направленности.

Целью дисциплины «Информатика» является изучение студентами основных понятий информатики и вычислительной техники, знакомство студентов с этапами развития информационных технологий, содержанием базовых информационных процессов, типами и структурами данных, принципами представления, обработки и хранения информации в ЭВМ, основами обработки числовой информации.

В работах [1-3] обозначены основные проблемы преподавания информатики и информационных технологий в вузах. К ним относятся методические проблемы, связанные с организацией учебного процесса, и психологические проблемы обучения при освоении тем и разделов, сложных для понимания студентов первого курса.

Рассмотрим организацию учебного процесса по курсу «Информатика» в Южном федеральном университете на базе Института компьютерных технологий и информационной безопасности (ИКТИБ). С целью унификации рабочих учебных планов в университете внедрено несколько общеуниверситетских модулей дисциплин, а в пределах ИКТИБ – модули общеинститутских дисциплин, в один из которых включен курс «Информатика». Для подобных дисциплин разработаны единые рабочие программы и фонды оценочных средств, используется общее учебно-методическое обеспечение, а также для проведения промежуточной аттестации формируются единые экзаменационные комиссии для всех образовательных программ подготовки бакалавров и специалистов института.

Занятия по курсу «Информатика» предусмотрены в объеме 180 часов (5 зачетных единиц), из них 34 часа отводится на лекции, 18 часов выделяется на проведение практических занятий, 16 часов – на выполнение лабораторных работ, 76 часов – на самостоятельную работу студентов и 36 часов – подготовка

к экзамену. Изложение и дискуссионное обсуждение основных теоретических положений и практических аспектов современной научной концепции информатики на лекционных занятиях, демонстрация слайдов, концентрирующих внимание студентов на ключевых моментах лекционного материала, наличие изданного конспекта лекций [4] способствуют эффективному освоению студентами теоретической части дисциплины.

В [5] раскрыты проблемы исследовательской компетентности студентов в процессе изучения информатики и обосновывается необходимость практической направленности учебных материалов.

В рамках практической реализации курса предусмотрено выполнение типового расчетного задания, подкрепленного учебно-методическим обеспечением [6,7]. Для получения практических навыков и закрепления теоретических знаний по дисциплине используются электронные ресурсы, описание которых отражено в работах [8-10]. Лабораторный практикум предусматривает получение опыта практической работы в современных математических пакетах Scilab и Maple, их использования для аналитического и численного решения задач из разных разделов курса «Математика».

В настоящее время актуально использование элементов научно-исследовательской работы в учебном процессе. В рамках круглого стола на практических занятиях предусмотрено обсуждение докладов студентов по направлению «Современные научные и прикладные аспекты информатики», что позволяет создать условия для формирования элементов информационной культуры студента, для овладения навыками самообразования и саморазвития, появляется возможность интегрировать информатику со специальными дисциплинами [11].

Все электронные ресурсы по дисциплине, включая журнал успеваемости доступны студентам в системе электронного обучения ИКТИБ ЮФУ (<http://lms.sfedu.ru/>). Такая организация учебного процесса позволяет студентам эффективно освоить все аспекты курса, получив качественные теоретические знания и хорошие практические навыки.

Такая разнородная структура курса, разнообразие видов и форм организации учебного процесса поставили перед разработчиками курса сложную задачу: в рамках промежуточной аттестации в форме экзамена максимально полно и разносторонне проверить степень освоения студентами заложенных в курсе компетенций [12].

Традиционная форма проведения устного и/или письменного экзамена по билетам в приложении к подобному курсу имеет ряд существенных недостатков. Прежде всего, такой экзамен позволяет проверить, в основном, знания теоретического материала, полученные студентами, и, в некоторой степени, их умения применять полученные знания при решении задач, практические навыки работы при этом остаются «за кадром». Кроме того, ограниченность билета, включающего от 2 до 4 вопросов или задач, позволяет лишь точно оценить знания студента по небольшой части курса. А также, что немаловажно, оценивание устного ответа экзаменатором, как правило,

достаточно субъективно, на него могут оказать влияние такие не относящиеся к предмету факторы, как почерк или манера поведения.

Поскольку значительная часть курса имеет выраженную практическую направленность, в качестве альтернативы традиционному экзамену было решено разработать такую методику проведения экзамена, которая позволила бы:

- максимально охватить все разделы дисциплины;
- наиболее полно оценивать не только знания, но и умения, и навыки, приобретенные студентом;
- индивидуализировать экзаменационные задания;
- использовать четкие критерии оценивания для объективизации выставляемых оценок.

Поскольку в учебном процессе по дисциплине уже используется система электронного обучения ИКТИБ ЮФУ, она была выбрана и в качестве платформы для проведения экзамена.

Рассмотрим технологию проведения практико-ориентированного экзамена по дисциплине «Информатика».

Экзамен проводится в форме комплексного компьютерного задания, на выполнение которого студенту отводится 150 минут. В соответствии с балльно-рейтинговой системой ЮФУ для оценивания результатов промежуточной аттестации выделяется 40 баллов. Экзамен считается сданным, если студент набрал по экзаменационному заданию не менее 22 баллов.

Экзаменационное задание состоит из трех частей.

Первая часть (Задание 1) представляет собой тест из 25 вопросов закрытого типа, охватывающий все разделы теоретического материала курса. Вопросы разбиты на группы по разделам, таким образом обеспечивается максимальное покрытие лекционного материала.

На выполнение теста отводится 30 минут. Максимальная оценка за тест составляет 10 баллов.

Вторая часть (Задание 2) – это набор задач на алгоритмы представления числовых данных в компьютерных форматах и выполнения арифметических действий в этих форматах. На выполнение задания отводится 60 минут. Максимальная оценка за задание составляет 15 баллов.

Всем студентам предлагается набор одинаково сформулированных задач. Пример Задания 2 приведен на рис. 1. Варианты заданий отличаются только набором исходных данных, представляющих четыре десятичных числа А, В, С, D.

Студент должен решить предложенные задачи, внести все вычисления и промежуточные результаты в документ Word, сохранить и загрузить ответ на задание 2 в систему электронного обучения.

Для каждой задачи разработаны подробные критерии оценивания, выставление баллов по которым сводится к ответу на вопрос, выполнен критерий или нет. Таким образом достигается максимальная объективность оценивания работ.

1. Представить целые десятичные числа  $A$  и  $B$  в двоичной системе счисления в формате с фиксированной запятой в прямом, обратном и дополнительном коде с разрядностью 1 байт (3 балла)
2. Выполнить операцию сложения целых чисел  $A$  и  $B$ , представленных в формате с фиксированной запятой в дополнительном коде с разрядностью 1 байт (использовать результат задания 1). Результат операции записать (а) в прямом коде, (б) целым десятичным числом (3 балла)
3. Представить вещественные десятичные числа  $C$  и  $D$  в двоичной системе счисления в формате с плавающей запятой в прямом, обратном и дополнительном коде (разрядность мантииссы 6 знаков, порядка - 4 знака) (4 балла)
4. Выполнить операцию сложения вещественных чисел  $C$  и  $D$ , представленных в формате с плавающей запятой в дополнительном коде (разрядность мантииссы 6 знаков, порядка - 4 знака, использовать результат задания 3). Результат операции записать (а) двоичным числом с плавающей запятой, (б) десятичным числом с фиксированной запятой (5 баллов)

Рис. 1. Пример формулировки Задания 2.

Третья часть (Задание 3) – это задание для выполнения в одном из изученных математических пакетов: Scilab или Maple. На выполнение задания отводится 60 минут. Максимальная оценка за задание составляет 15 баллов.

Для каждого математического пакета в банке заданий имеется несколько вариантов заданий, равных по трудоемкости, но охватывающих разные разделы курса математики: решение полиномиальных или трансцендентных уравнений, решение СЛАУ, дифференцирование.

Предлагаемое студенту задание выбирается из банка случайным образом. Пример задания для выполнения в пакете Scilab приведен на рис. 2.

Студент выполняет все этапы задания в математическом пакете, делает указанные в задании скриншоты, размещает их в документе Word, сохраняет и загружает ответ на задание 3 в систему электронного обучения.

Таким образом, выполняя все части экзаменационного задания, студент демонстрирует свою степень овладения всеми компетенциями, на формирование которых нацелена дисциплина «Информатика», как теоретических знаний, так практических умений и навыков.

В то же время, наличие четких критериев оценивания каждого задания позволяет экзаменационной комиссии максимально объективно оценивать работы студентов, а педагогическому коллективу дисциплины – получать детализированную обратную связь по результатам освоения отдельных разделов и использовать ее для дальнейшего совершенствования структуры и дидактики курса.

Задано уравнение  $x^3 - 2x^2 + 4x - 1 = 2$

1. Составить программу «ФИО\_группа\_вариант.sce», в которой
  - 1.1. Задать полином (предварительно приведя уравнение к стандартному виду) и вывести его в Командное окно.
  - 1.2. Найти корни уравнения.
  - 1.3. Вывести вектор корней в Командное окно, сопроводив комментарием:  
«Вектор решений уравнения  
<уравнение> :  
<решение>»
  - 1.4. Построить график полинома, отображающий найденные решения (график должен иметь название, подписи осей и легенду).
2. Запустить программу на выполнение
3. В отчете представить:
  - 3.1. Скрин-шот окна SciNotes с текстом программы (имя программы должно быть отчетливо читаемо).
  - 3.2. Скрин-шот Командного окна, на котором отображены все строки окна от команды запуска программы на выполнение до окончания вывода.
  - 3.3. Скрин-шот Окна построения графика.
  - 3.4. Указать в тексте количество решений по типам (действительные/комплексные)

Рис. 2. Пример формулировки Задания 3.

В заключение хотелось бы отметить, что рассмотренный практико-ориентированный подход может быть эффективно применен и в других дисциплинах, имеющих выраженную практическую направленность, таких как, например, «Основы алгоритмизации и программирования», «Базы данных», «Операционные системы» и др.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Годочкин Е.Ю. Проблемы преподавания информатики и информационных технологий экономическим специальностям в ВУЗах // Молодой ученый. – 2011. – №11. Т.1. – С. 67-69.
2. Мунтян Е.Р., Костюк А.И., Зяблова Е.Р. (Elena O'Donald) Методико-педагогическое обеспечение студентов технического вуза в рамках курса "Информатика" // Инновационный вектор развития науки: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: Аэтерна, 2014. – С. 9-12.
3. Мунтян Е.Р., Костюк А.И. Интерактивные и проектные методы обучения в рамках курса «Информатика» // Безопасность и развитие личности в образовании / Материалы II-й Всероссийской научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2015. – С. 156-160.
4. Мунтян Е.Р. Учебное пособие по курсу «Информатика», часть 2: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. – 103 с.

5. Бужинская Н.В., Миназова Л.И. Формирование исследовательской компетентности студентов в процессе изучения информатики // Молодой ученый. – 2013. – №1. – С. 34-38.
6. Балабаева И.Ю., Борисова Е.А., Мунтян Е.Р. Руководство по выполнению типового расчетного задания по курсу «Информатика» // Учебно-методическое пособие. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. –38 с.
7. Мунтян Е.Р. Практикум по курсу «Информатика»: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2013. – 117 с.
8. Мунтян Е.Р., Канюка Д.А., Казаков И.О. Электронный тренажер «Выполнение арифметических операций в прямом коде» // Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности: сборник статей I Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Таганрог: ЮФУ, 2015. – С. 84-87.
9. Мунтян Е.Р., Мезга Е.С. Программный симулятор-тренажер для выполнения арифметических операций // Технологии разработки информационных систем: сборник статей международной научно-практической конференции. Таганрог: ЮФУ, 2014. С. 115-120.
10. Мунтян Е.Р., Николава А.Ю., Зяблова Е.Р. (Elena R. O'Donald) Электронная система тестирования по курсу "Информатика" // Технологии разработки информационных систем: сборник статей международной научно-практической конференции. Таганрог: ЮФУ, 2015. – С. 323-329.
11. Лобачева А.М. Научно-исследовательская деятельность в процессе изучения информатики // Технические науки в России и за рубежом: материалы II международная научная конференция. – М.: Буки-Веди, 2012. – С. 18-19.
12. Горбунов А.В., Лызь А.Е., Борисова Е.А. Планирование результатов обучения по инженерным образовательным программам в соответствии с концепцией CDIO // Системный синтез и прикладная синергетика: сборник научных трудов VIII Всероссийской научной конференции. Таганрог: ЮФУ, 2017. – с. 419-427.

## О МЕТОДИКЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Селянкин В.В.

ИКТИБ Южного федерального университета, г. Таганрог

***Аннотация:** В работе рассматриваются вопросы методики руководства курсовыми проектами, использования результатов проектирования в последующем обучении и участии в научно-исследовательской работе.*

***Ключевые слова:** курсовой проект, компьютерная графика, научно-исследовательская работа, выпускная квалификационная работа.*

Дисциплина «Компьютерная графика» для направлений бакалаврской подготовки «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» и «Программная инженерия» является достаточно важной в расширении практического кругозора студентов в избранной области обучения. В соответствии с учебными планами она изучается в пятом семестре. К этому времени студенты в основном получают минимально необходимые знания и навыки в области программирования, в связи с чем студенты имеют инструмент для освоения вопросов анализа, синтеза и обработки изображений.

С другой стороны, учитывая, что компьютерная графика в настоящее время играет ведущую роль во многих областях деятельности человека, можно отметить, что для студентов она обладает сильной мотивацией для её изучения. Современные достижения ИТ-технологий в развитии средств программирования и аппаратных возможностей реализации графики позволили создать мощную игровую индустрию, красочную графику в кинематографии, рекламе, широкие возможности проектирования архитектуры, градостроительства, разработке новой техники и многие другие.

Таким образом, следует заметить, что к третьему курсу студенты имеют и инструмент изучения компьютерной графики и заметную мотивацию по освоению интересной области ИТ-технологий. Соединение этих двух факторов служит хорошей платформой для освоения компьютерной графики и получение дополнительной возможности совершенствования своей техники программирования. В структуре курса, кроме лекционных занятий предусмотрено выполнение лабораторных работ, которые закрепляют полученные знания теоретического материала, и служат основой приобретения навыков программирования, отладки программ, тестирования программных продуктов и сопровождения их необходимой документацией.

Контрольные работы, проводимые в течение семестра, нацелены на проверку знаний техники расчета формируемых изображений на плоскости и в пространстве и перенесения изображения на плоский экран. Главная задача в каждой контрольной работе заключается в проверке способности студента применить полученные знания для решения несложных задач, которое

возможно в случае, когда студент понимает смысл поставленной задачи, и может самостоятельно подобрать метод ее решения.

Особое значение в изучении дисциплины занимает курсовое проектирование. Тематика проектов, как правило, выходит за рамки теоретического материала, излагаемого в лекциях и методических разработках. Такая постановка проектов предполагает обязательное самостоятельное освоения области, связанной с изучаемым предметом. Для облегчения решения организационных вопросов разработки курсового проекта имеется методическое руководство, в котором даны рекомендации по каждому этапу разработки от выбора темы до оформления законченного проекта.

Выбор темы проекта выполняется из предложенного преподавателем списка, содержащего более 30 тем, относящихся к разным задачам обработки и генерации изображений. Темы не имеют строгой регламентации в формулировке, т.е. они допускают корректировку или уточнение для тех или иных случаев, если у студента имеются такие пожелания. Такая ситуация может возникать в случаях, когда студент имеет какой-то опыт в заданной области или он хотел бы его получить в том разрезе, в котором у него сформировался интерес. Кроме того предполагается, что студент может предложить свою тему разработки проекта. Такой подход может быть связан как с личными желаниями, так и с внешними обстоятельствами. Допускается совпадение тем у отдельных разработчиков с естественным условием оригинальности разработок. Наконец, допускается и разработка проекта несколькими участниками. Таким образом, самостоятельность в разработке проекта начинается уже с выбора темы.

После завершения выбора темы проекта начинается этап поиска литературных источников, сайтов в сети Интернет и подбор материалов. По результатам отбора литературы предполагается составление обзора, который позволяет студенту погрузиться в состояние текущих разработок в предметной области и получить платформу для выбора своего метода решения. При этом возможен выбор из нескольких вариантов - разработка оригинального метода, модификация известной комбинация нескольких известных методов. Кроме того, предполагается и использование известного метода, но примененного на новой технологической или аппаратной платформе, или направленного для решения задачи из другой области, или с другим соотношением качество-затраты.

Последующие этапы выполнения проекта нацелены на уточнение технического задания, разработки алгоритма решения задачи и программной реализации с последующей отладкой. Завершается выполнение проекта тестированием на различных наборах данных, которые должны содержать наряду с обычными данными, в предусмотренном техническим заданием диапазоне, граничные и недопустимые данные. По завершению тестирования оформляется пояснительная записка к проекту, а также презентация для защиты проекта.

Многолетний опыт курсового проектирования по компьютерной графике показал, что многие студенты после выполнения проекта по рекомендации



преподавателя продолжали работу по дальнейшему расширению проекта с целью его улучшения или перенесения на другую платформу. Как правило, дополнительная доработка проекта нацеливалась на подготовку докладов на конференциях и публикацию полученных результатов. Лучшие работы нередко рекомендовались преподавателем к подготовке докладов еще на стадии курсового проекта в рамках учебного плана дисциплины.

Логическим продолжением успешно выполненного курсового проекта и доклада на конференции являлась подготовка выпускной квалификационной работы на степень бакалавра. В этих условиях создавалась хорошая среда для вовлечения студентов в научно-исследовательскую работу и подготовки квалификационной работы на высоком уровне, которая подкреплялась публикациями результатов исследований в печати, получением свидетельств о государственной регистрации разработанных программ. Некоторые студенты, прошедшие полный цикл от разработки курсового проекта до выпускной квалификационной работы с элементами научных исследований, являются технически и морально подготовленными к обучению в аспирантуре.

# МЕТОДОЛОГИЯ ВЕРИФИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ ФРАГМЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО КОМПЬЮТЕРНО- ТОМОГРАФИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ

Проскуряков А.В., Самойленко А.П.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

avproskuryakov@sfnu.ru

***Аннотация:** В данной статье описаны методология верификации состояния фрагментов биологических объектов по компьютерно-томографическим изображениям для диагностики заболеваний, описаны основные методы, лежащие в основе верификации по рентгеновским изображениям.*

***Ключевые слова:** безэталонный метод верификации, верификация, метод, эталон, статистика.*

**Введение.** Современный этап развития медицины характеризуется развитием и внедрением новых методов, способов диагностики, позволяющих повысить своевременность, точность и достоверность диагностических мероприятий в различных областях и направлениях медицины. Учитывая современное состояние развития медицинской диагностической техники, оснащённость данной техникой медицинских учреждений страны и не оперативная её доступность для населения указывает на то, что актуальность, инновационный и прикладной характер темы, рассматриваемой в данном докладе очевидны. Это привело к появлению и активному развитию новых направлений в области лучевой диагностики, к которым относятся:

- а).цифровая и пленочная рентгенография;
- б).компьютерная томография[1];
- в).магнитно-резонансная томография.

Следует отметить, что в области ЛОР и других заболеваний, необходимо констатировать наличие в практике диагностики посредством верификации состояния фрагментов биологических объектов, на примере лобных и верхнечелюстных пазух, следующей технологической последовательной цепочки, которая включает: «рентгенологическое изображение» диагностируемого объекта – заключение рентгенолога – врача клинициста, заказавшего диагностическое исследование», результатом которой является принятие решения по хирургическому или медикаментозному воздействию на пациента[2]. Недостатком, как показывает опыт специалистов в области ЛОР – заболеваний [3], является недостаточная эффективность диагностики в соответствии вышеупомянутой технологической диагностической цепочкой, которая составляет порядка 70%. Столь низкий уровень достоверности объясняется интуитивным качественным анализом рентгенографического изображения как рентгенологом, так и клиницистом. С целью максимального исключения ошибочных решений при диагностировании состояний лобных и верхнечелюстных пазух пациентов предлагается автоматическое цифровое

распознавание и идентификацию рентгенографических изображений в пленочном, электронном и компьютерно - томографическом представлении.

**Постановка задачи.** В докладе рассматриваются следующие этапы реализации проекта разработки методологии верификации состояния фрагментов биологических объектов, как метода диагностики состояния параназальных пазух по их рентгенографическим и компьютерно-томографическим изображениям:

1. разработать цифровую модель представления исследуемого фрагмента(лобной и верхнечелюстной пазух) по его статическим отображениям(рентгенограмма, томограмма, диафаногамма);

2. разработать и адаптировать к признакам патологий объектов отоларингологической среды математическое и программное обеспечение для синтеза и анализа их адекватных моделей на основе статистической базы данных, сконструированной по имеющимся историям болезней пациентов городской клиники;

3. разработать методологию построения статистических портретов (образов) цифровых и пленочных изображений отоларингологических фрагментов с различными признаками заболеваний в соответствии с их возрастной классификацией - как основу автоматизированной экспертной системы при вынесении советующего решения при диагностике.

#### **Реализация. Описание методов, используемых для диагностики**

##### **1.Метод сравнения с эталоном, основанный на математической статистике**

Область исследуемого объекта и его эталон представляем матрицами интенсивности яркости пикселей.

В качестве эталона выбираем такой фрагмент снимка , на котором имеет место постоянное значение интенсивности яркости, в работе в качестве эталона было принято изображение глазницы. Таким образом, представив лобную пазуху и глазницу в виде матриц  $X$  и  $Y$ , размерами  $n \times n$ , можно приступить к их математической обработке. Основные этапы алгоритма эталонного способа метода диагностики могут быть представлены следующим образом.

1.Первым этапом является вычисление нормированной гистограммы распределения уровней яркости фрагмента уровней яркости фрагмента  $h_i(r_k)$  по формуле 1.

$$h_i(r_k) = \frac{n_k}{n_i} \quad (1)$$

где  $n_i$  – общее количество пикселей в исходном фрагменте изображения,  $n_k$  – число пикселей изображения, уровень которых равен  $r_k$ .

Следовательно таким образом, в результате применения данного алгоритма, мы получим нормированные гистограммы исследуемого рентгеновского снимка. Сводный график гистограмм позволяет врачу сравнить распределение вероятностей интенсивностей яркости для каждого из фрагментов по отношению к другому и произвести диагностику на основе данной информации. Таким образом, гистограммная модель плотности распределения вероятностей яркости диагностически-информативных

фрагментов рентгеновских изображений в носо-подбородочной проекции позволяет:

- представить исследуемый фрагмент,
- оценить его яркостное распределение,
- сравнить с другими диагностически - информативными областями рентгенограммы и оценить состояние пациента.

Следующими этапами диагностики будет:

2. Вторым этапом. Сравнение между собой средних значений

$$\bar{M}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \text{ и } \bar{M}_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

3. Третьим этапом. Сравнение между собой дисперсий

$$D_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{M}_1)^2 \text{ и } D_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{M}_2)^2 \quad (3)$$

Оценку состояния лобной пазухи осуществим посредством отношений математических ожиданий объекта и эталона и с помощью вариационного коэффициента, определяемых отношением среднеквадратичных отклонений к математическим ожиданиям соответственно для каждой гистограмм. Патология лобной пазухи будет иметь место, если отношение между математическими ожиданиями соответствующих гистограмм объекта и эталона будет превышать единицу, а коэффициент вариации лобной пазухи будет превышать соответствующий коэффициент эталона [1,2,3,4].

Недостатком эталонного способа при автоматической диагностике рентгенографического изображения является качество изображения такого выбранного фрагмента снимка, на котором имеет место постоянное значение интенсивности яркости. Данная погрешность может привести к существенному искажению качества результата обработки снимка и тем самым к неточному или неправильному диагнозу заболевания пациента, что может в некоторых случаях привести к неверному медикаментозному или хирургическому лечению.

## **2. Метод, основанный на вычислении расстояния между изображениями эталона и исследуемой области**

Область исследуемого объекта и его эталон представляем матрицами интенсивности яркости пикселей. Проведя анализ матрицы яркости эталона, получаем среднее значение яркости пикселей. Формируем вспомогательную матрицу относительно небольшого размера, в зависимости от размера исследуемой области. Используем формулу 4 для вычисления расстояния между изображениями, которое представляет собой нормированные квадраты разностей интенсивности пикселей для каждого положения вспомогательной матрицы на исследуемой области.

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x',y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2}{\sqrt{\sum_{x',y'} T(x', y')^2 * \sum_{x',y'} I(x + x', y + y')^2}} \quad (4)$$

где T – вспомогательная матрица яркости пикселей, I – матрица яркости пикселей исследуемой области.

Позиция, где коэффициент корреляции достигает своего наибольшего значения, является позицией наилучшего соответствия. Область вокруг позиции наилучшего соответствия, рассматривается как область с патологией, если отношение между средним значением вспомогательной матрицы и средним значением области наилучшего соответствия не превышает 0.85.

### 3. Метод, основанный на вычислении оценки информативности эталона и исследуемой области

Информативность рентгеновского изображения оценивается объемом полезной диагностической информации, которую врач получает при изучении снимка. В конечном итоге, она характеризуется различимостью на снимках деталей исследуемого объекта.

Область исследуемого объекта и его эталон представляем матрицами интенсивности яркости пикселей. Определяем для исследуемой области и эталона, характеризующие их информационные индексы, используя формулу 3.

$$Q = \sum_{x=0}^{x_{\max}} \sum_{y=0}^{y_{\max}} \left( \frac{2|I_{x,y} - I_{x,y+1}|}{I_{x,y} + I_{x,y+1}} \geq c_{\min}, 1.0 \right) \frac{1}{n} + \sum_{x=0}^{x_{\max}} \sum_{y=0}^{y_{\max}} \left( \frac{2|I_{x,y} - I_{x+1,y}|}{I_{x,y} + I_{x+1,y}} \geq c_{\min}, 1.0 \right) \frac{1}{n} \quad (5)$$

где  $x_{\max}$  и  $y_{\max}$  – число пикселей в строке и столбце соответственно,  $I_{x,y}$  – яркость пикселя с координатами  $(x, y)$ ,  $c_{\min}$  – минимально воспринимаемый контраст (0.03 для реальных медицинских рентгенограмм),  $n$  – общее количество, рассматриваемых пикселей [2,3].

**Реализация. Безэталонный способ.** Для реализации безэталонного способа при решении задачи анализа и обработки рентгенографического изображения определяем термин «изображение» как некий математический объект, обладающий определенными математическими свойствами. При проведении математических операций над изображением по аналогии с эталонным способом предполагаем, что оно существует в цифровой форме – «цифровое изображение», которое представляется дискретным массивом чисел, образующих матрицу элементов  $b_{ij}$  с параметрами  $(i, j)$ , где  $1 \leq i \leq n$  и  $1 \leq j \leq n$ . Элементы  $b_{ij}$  являются квадратом (пикселем, апертурой), определяемым неравенством  $i - 1 \leq x \leq i$  и  $j - 1 \leq y \leq i$  ( $xiy$  – пространственные координаты непрерывного изображения). Тогда любой матрице  $[b_{ij}]$  порядка  $n \times n$  можно сопоставить изображение, значение яркости которого в квадрате  $b_{ij}$  равно постоянной величине  $\bar{b}_{ij}$  для каждой пары  $(i, j)$ . Элемент цифрового изображения можно представить в виде случайной величины  $\bar{b}(i, j)$ , а матрицу  $n \times n$  как матрицу случайных величин  $[\bar{b}(i, j)]$ .

Так как числа  $b_{ij}$  можно принять за полноправных представителей случайной величины  $\bar{b}(i, j)$ , распространив их значение на площадь всего

элемента, то обозначения матрицы типичного цифрового изображения будет иметь следующий вид:

$$B_{ij} = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{vmatrix} \quad (4)$$

Совокупность случайных величин яркостей элементов изображения порождает соответствующую ковариационную матрицу, устанавливающую статистические связи между элементами  $\Sigma_B = M\{(B - \bar{B})(B - \bar{B})'\}$ , где  $M$  – оператор математического ожидания,  $\bar{B}$  – соответствует среднему вектора  $B = \{b_{11}, b_{12}, \dots, b_{ij}, \dots, b_{nn}\}$ ,  $(B - \bar{B})$ - представляет матрицу столбец, а  $(B - \bar{B})'$  - матрицу строку.

Полученная матрица содержит  $n^2 \times n^2$  элементов, диагональные элементы являются дисперсиями отдельных случайных величин, а все остальные элементы соответствуют ковариациям двух случайных величин  $b_{ij}$ , взятых при разных сочетаниях  $i$  и  $j$ .

Полезные свойства изображения могут быть выявлены при анализе автокорреляционной матрицы изображения, которую принято называть матрицей рассеяния, поскольку она характеризует рассеяние дисперсий элементов изображения:

$$S_B = \begin{bmatrix} M\{b_{11}^2\} & \dots & M\{b_{11}b_{nn}\} \\ \dots & \dots & \dots \\ M\{b_{nn}b_{11}\} & \dots & M\{b_{nn}^2\} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Следовательно, используя средства и методы математической статистики и матричного счисления, можно описать все существенные свойства рентгенографических изображений и на основании данных свойств, с использованием соответствующих алгоритмов обработки, осуществить достоверную качественный анализ снимков с последующей диагностикой заболеваний. [2,3].

**Научная новизна. Результаты.** Научная новизна заключается в разработке методологии верификации состояния фрагментов биологических объектов по компьютерно-томографическим изображениям и использовании для этого статистических параметров (математическое ожидание, дисперсия, гистограмма, коэффициент вариации, автокорреляционная матрица, коэффициент корреляции) для количественной оценки состояний лобной или верхнечелюстной пазухи и их идентификации в соответствии с классом патологий при диагностике пациента в автоматическом режиме по рентгенографическим (томографическим) изображениям. Это позволило получить следующие результаты:

1. разработано программное обеспечение, реализующее алгоритм обработки рентгенографических изображений с использованием эталонного и безэталонного способов метода диагностики параназальных пазух при ЛОР - заболеваниях;

2.это позволило повысить качество обработки рентгенографических снимков и как следствие точность диагностики заболеваний;

3.разработанное программное обеспечение позволило повысить степень автоматизации процесса обработки рентгенографических снимков с элементами автоматической обработки, что позволяет формализовать процедуру постановки диагноза;

4. получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012619118[1,2];

5. результаты работы прошли апробацию на четырёх международных и пятнадцати Всероссийских научно технических конференциях.

### **Библиографический список**

1. Волков А.Г., Самойленко А.П., Проскуряков А.В. Метод диагностики состояния параназальных пазух по их рентгенографическим изображениям. – X Международную научно-техническую конференцию «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2012) 2012, 63-67 с.

2. Самойленко А.П., Проскуряков А.В. Способы реализации метода диагностики состояния параназальных пазух по их рентгенографическим изображениям. – Сборник трудов XI Международной научно-технической конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2014) 2014, С.71-75.

3. Проскуряков А.В., Самойленко А.П. Подсистема математического и программного обеспечения поддержки принятия решений на базе способов диагностики заболеваний по рентгеновским снимкам «Медицинской автоматизированной диагностической информационной системы» Журнал «Промышленные АСУ и контроллеры». 2015. № 1 С.34-43 ISSN 1561-1531.

4. Проскуряков А.В Реализация способов диагностики заболеваний в медицинской автоматизированной информационной системе поддержки принятия решений. Владимир, Суздаль: Сборник трудов XII Международной научно-технической конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2016) 2016, С.303-307.

# МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Ковалева К.С.

Южный федеральный университет, г.Таганрог

***Аннотация:** В статье рассматриваются перспективы инновационных методов обучения с использованием методов компьютерного зрения и технологии виртуальной реальности (VR), которая все чаще используется из-за своего образовательного потенциала, эффективного способа передачи новых знаний, поддерживающих интерактивную и совместную деятельность.*

***Ключевые слова:** компьютерное зрение, VR, социальные веб-технологии, обучение.*

Существуют множество парадигм обучения, которые подразумевают, что концептуальное знание может быть отвлечено от ситуаций, в которых оно изучается и используется, однако, это предположение неизбежно ограничивает эффективность такой практики. Согласно теории обучения, изложенной в труде [11], обучение находится в определенном контексте и встроено в определенную социальную и физическую среду. Это не просто абстрактное знание в классе, обучение должно быть встроено в деятельность, контекст, культуру и время, в которых оно происходит.

Прежде чем обосновать применение технологии виртуальной реальности (VR) в высшем междисциплинарном образовании, С. Чен изложил своем труде [4] теоретические основы, которые необходимы для установления связи с парадигмами обучения. Формирование такого теоретического контекста может оказаться полезным для классификации опыта потенциально возможного использования современных технологий в образовании [1]. Характеристики VR согласовываются с аксиомами теории конструктивистского обучения и теории социального познания. Конструктивистская теория обучения, согласно литературным обзорам С. Д. Чена [4] и Фокидса [10], полагает, что знание строится путем взаимодействия индивида и окружающей среды, а также, что процесс обучения индивида проходит гораздо быстрее и эффективнее в том случае, когда принимается активное участие в обучающей ситуации. Виртуальная реальность обеспечивает контролируемую среду, в которой учащиеся могут перемещаться, манипулировать и наблюдать за эффектами исследуемых виртуальных объектов. Таким образом, эта технология очень хорошо подходит для обеспечения исследовательской среды обучения, а также для обучения через эксперименты.

Образование, которое в значительной степени зависит от развития моторных навыков и опыта чувственного восприятия — построено на основе конструктивистской и когнитивной теорий. Одним из фундаментальных атрибутов мультимедиа и гипермедиа приложений, которые делают их совместимыми с теорией конструктивизма, является тот, что они позволяют



учащимся свободно выбирать направленность своего обучения, путем предоставления нелинейного доступа к содержимому.

Компьютерное обучение открывает перспективы создания персонализированного учебного плана, адаптированного к уровню способностей и интересов каждого человека. Предоставление открытого доступа ко всем видам высококачественного обучения, которое, в настоящее время, доступно далеко не во всех образовательных учреждениях — потенциал для трансформации образования.

Такое обучение позволяет учащемуся играть активную роль в контексте процесса получения знаний в изучаемой предметной области [7]. Технологии виртуальной реальности могут усилить эффект в рамках обучения через симуляцию реального мира и интегрировать аутентичные задачи, тем самым позволяя пользователям учиться в том контексте, в котором будут применяться знания. Некоторые из особенностей VR, которые могут облегчить локальное обучение, включают: 1) возможности контроля и модификации окружающей среды, 2) богатый контекстами и весьма реалистичный характер учебной среды, 3) гибкость, позволяющая пользователям корректировать сложность проблемы и тем самым формировать свои знания и навыки, и, наконец, 4) возможность использования нескольких практик, включая междисциплинарные взаимодействия.

Технологии виртуальной реальности предлагает различные возможности, которые могут обеспечить многообещающую поддержку образования. Некоторые из этих возможностей включают способность позволять учащимся испытывать, манипулировать и сформулировать свое понимание виртуальной среды в реальном времени, взаимодействовать с 3D-виртуальным представлением и визуализировать абстрактные понятия и динамические отношения между несколькими переменных в виртуальной среде. Система также позволяет людям сотрудничать друг с другом в виртуальном пространстве окружающей среды, а также взаимодействовать с событиями, которые ранее являлись недоступными или невыполнимыми из-за таких барьеров, как расстояние, время, стоимость или факторов безопасности.

С помощью технологий виртуальной реальности студенты могут изучать 3D-план местности с опасными, дорогими или недоступными объектами или событиями. VR может использоваться для имитации аварийных ситуаций, позволит стать свидетелем вулканической активности с близкого расстояния, исследовать древние города и пролететь через солнечную систему. Студенты, изучающие архитектуру смогут оценивать свои здания по-новому, обучение пилотов может быть смоделировано, студенты-энергетики могут симитировать взрыв и как пытаться понять, как контролировать его в электроэнергетических системах, а студенты-медики могут узнать о теле в 3D-визуализации, студенты-астрономы наблюдать за изменениями лунных фаз. [8]

Что касается применения технологий компьютерного зрения — очень интересным кажется опыт оценки знаний учащегося путем анализа траектории перемещений взгляда. Например, в исследовании [9] на основе айтрекинга определяется уровень знания английского языка, как второго иностранного, во

время чтения текста. Если траектория взгляда испытуемого близка к траектории взгляда носителя языка (взятой за образец), то уровень знаний близок к высокому.

Оценки испытаний сильно коррелируют со стандартизированными тестами на знание английского языка (TOEFL), таким образом информация траектории движения взгляда может быть использована для предсказаний результатов таких испытаний. Получение оценочных данных, как автоматический дополнительный эффект движений глаз во время обычного чтения, открывает широкие перспективы использования для оценки уровня квалификации по, практически, любой предметной области.

Также нужно отметить возникшую на сегодняшний день необходимость применения определенной профильно-ориентированной социальной сети в классе, что является следствием изменения образа жизни и появления новейших технологий. Информационное общество резко увеличивает возможности для приобретения знаний. Помимо структурированных учебных мероприятий, разработанных специалистами в области образования, мы должны рассмотреть большое количество образовательных возможностей, связанных с повседневными действиями, которые определяют, так называемое, «неформальное обучение».[3] В этой перспективе концепция обучения радикально меняется. Неформальные возможности обучения, создаваемые информационными технологиями и социальными сетями, позволяют пользователям взаимодействовать и сотрудничать по-новому, что приводит к определению новых учебных сред, которые структурно отличаются от традиционных сред электронного обучения, поскольку границы между контекстами обучения, как правило, исчезают. В этих неструктурированных контекстах обучения определение навыков, приобретенных пользователями, является центральной задачей. Следовательно, использование программных сред, которые моделируют профили учащегося и могут иметь дело с ними в семантическом смысле становится все более важным. [12]

Использование социальных сетей в качестве нового обучения — метод, который выбирают современные учителя, имеющие достаточный профессиональный, информационный и коммуникационный опыт, прошли несколько этапов и, в настоящее время, широко используют в учебном процессе.

Множество подходов к обучению основаны на групповой работе, поскольку обучение сверстников способствует когнитивным процессам. Существует много разных видов совместной работы, которые позволяют студентам учиться в разных модальностях, таких как групповые обсуждения, групповое решение проблем и групповое исследование. Форма сотрудничества отличается в зависимости от продолжительности, сложности и уровня сотрудничества. Социальные взаимодействия могут помочь учащимся поделиться своим опытом и работать совместно по соответствующим темам. В этом смысле социальные сети занимают ключевую роль в динамике обучения. [2] Число неофициальных учебных мероприятий, которые происходят в технологиях, поддерживающих социальные сети, постоянно растет.

Мотивация, конечно, является ключевым вопросом в любой учебной модели. Студенты могут создавать различные учебные структуры в процессе создания решения для проекта. Практический подход дает студентам ответственность и независимость и, следовательно, высокий уровень мотивации. Ученик сосредоточился: поиск решения привел к многообразному и интересному обучению, которое традиционная лекция не могла сделать; сотрудничество: учащиеся изучили навыки межличностного общения на уровне бизнес-контента учебного плана; аутентичная задача, требующая решения сложного и разнообразного уровня обучения; [5] принципы тайм-менеджмента для того, чтобы завершить задачу вовремя; несколько режимов выражения - электронные таблицы, графики и презентации. Возможно, одной из недостатков этой модели является количество времени, которое требуется для ее реализации. [12].

Использование мобильных устройств и технологий в учебном процессе имеет разные цели. Например, сотовые телефоны студентов подключенные к учебно-информационной среде университета для доступа в любое время в качестве альтернативных средств для стационарных компьютеров, используются для реализации совместных проектов и групповой работы, [5] для неформального общения, когда подготовка осуществляется в свободное от занятий время и может содержать интересную фотографию или видео на заданную тему, снятое с помощью мобильного телефона, а также, когда мобильные устройства являются единственным средством соединения, по причине удаленности, для администрирования и организации учебного процесса. [4]

Чтобы обеспечить успех учебной деятельности, преподаватель должен учитывать ограничения, которые могут повлиять на всю группу или индивидуальную производительность, например, предыдущий опыт учащихся в аналогичных образовательных контекстах, культурном фоне или интересах и компетенциях. [6]

Проектное обучение в этом сценарии дает возможность студентам и инструктору принять участие в принятии решения для каждой из групп. Преподаватель должен больше выступать в качестве посредника в этом типе обучения и быть готовым поддержать и мотивировать его. У преподавателя, конечно же, все еще сохраняется преимущество, но, по крайней мере, равная доля ответственности по принятию решений возлагается и на студентов. [7] Группы будут участвовать в совместной работе, предлагая несколько перспектив выбора решений. Возможно, потребуется создать определенный фундамент для такого взаимодействия, поскольку учащимся, ко всему прочему, необходимо будет развить навыки межличностного общения для построения эффективного сотрудничества.

В данной статье были рассмотрены некоторые подходы к внедрению современных методов обучения, с точки зрения конструктивистских концепций, направленных на развитие взаимосвязи мышления и поведения.

### Библиографический список

1. Leung T., Zulkernine F., Isah H. The use of Virtual Reality in Enhancing Interdisciplinary Research and Education. URL:<https://arxiv.org/pdf/1809.08585.pdf>
2. Gong Z., Wallace J.D. A comparative analysis of iPad and other M-learning technologies: exploring students' view of adoption, potentials, and challenges. – Journal of Literacy and Technology 2 Volume 13, Number 1:February2012. URL:[http://www.literacyandtechnology.org/v13\\_2/jlt\\_vol13\\_2\\_wallace.pdf](http://www.literacyandtechnology.org/v13_2/jlt_vol13_2_wallace.pdf)
3. Georgieva E.A., Smrikarov A., Georgiev T. A general classification of mobile learning systems. – Proceedings of the ComSysTech'2004, June 16-17, 2004, Varna, Bulgaria, pp.IV.14-1-IV.14-6. URL:<http://www.ecet.ecs.ru.acad.bg/cst05/Docs/cp/sIV/IV.14.pdf..9>
4. Chen, C.J., Theoretical Bases for Using Virtual Reality in Education, Themes in Science and Technology Education, 2009, 2: p. 71-90. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1131320.pdf>
5. Boja C., Batagan L. Software characteristics of M-Learning applications/ – Proc. of. 10th WSEAS International Conference on Mathematics and Computers in Business and Economics (MCBE'09), Prague, Czech Republic, March 23-25, 2009, ISSN: 1790-5109, ISBN:978-960-474-063-5, pp.88-93. URL:<http://www.wseas.us/elibrary/conferences/2009/prague/MCBE/MCBE14.pdf>
6. Attewell J., Savill-Smith C., Douch R, Parker G. Modernising education and training. – Mobilising Technology For Learning. LSN, London. 2010. URL:<https://crm.lsnlearning.org.uk/user/order.aspx?code=100103>
7. Kukulska-Hulme A. Mobile learning for quality education and social inclusion.– UNESCO IITI, Moscow. 2010. URL: <http://oro.open.ac.uk/id/eprint/31256>
8. J. H. Madden, A. S. Won, J. P. Schuldt, B. Kim, S. Pandita, Y. Sun, T. J. Stone, and N. G. Holmes Virtual Reality as a Teaching Tool for Moon Phases and Beyond. – Astronomy and Space Science, Cornell University, 2018. URL: <https://arxiv.org/pdf/1807.11179.pdf>
9. Berzak Y., Katz B., Levy R. Assessing Language Proficiency from Eye Movements in Reading, 2018. <https://arxiv.org/pdf/1804.07329.pdf>
10. Fokides, E. and Tsolakidis, C. Virtual reality in education: A theoretical approach for road safety training to students, European Journal of Open, Distance and E-learning, 2008,11(2).
11. Brown, J.S., Collins, A. and Duguid, P. Situated cognition and the culture of learning, Educational researcher, 1989, 18(1): p. 32-42.
12. Николенко С.И., Кадуриин А.А., Архангельская Е.О. Глубокое обучение. - С.-Петербург: Изд-во Питер, 2017. - 480 с.

# ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ К ДЕМОНСТРАЦИОННОМУ ЭКЗАМЕНУ WORLDSKILLS И ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Пилипушко Е.М.

Южного федерального университета, г. Таганрог

***Аннотация:** В данной статье рассматривается связь между подготовкой студентов к демонстрационному экзамену и повышением профессиональных компетенций. Рассматриваются профессиональные стандарты, как основные требования к профессиональным компетенциям, и демонстрационный экзамен, как один из способов достижения необходимых навыков и умений.*

***Ключевые слова:** WorldSkills, демонстрационный экзамен, профессиональные компетенции.*

Министр труда и социальной защиты РФ Топилин М.А. в интервью журналу «Бизнес России» отметил: «Перед Правительством России стоит задача обеспечить увеличение к 2020 году числа высококвалифицированных работников, чтобы оно составляло не менее трети от числа квалифицированных работников... Правительство России реализует целый комплекс мероприятий для создания условий для роста числа высококвалифицированных работников. По линии Минтруда России это, прежде всего, разработка профессиональных стандартов, выстраивание системы независимой оценки квалификаций, развитие на территории страны движения рабочих кадров WorldSkills.» [1]

К разработке профстандартов привлекаются профессиональные сообщества, которые заинтересованы в высококвалифицированных работниках. С 2007 по 2017 год разработаны около 35 профстандартов в области ИТ.

Например, под эгидой Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий (АПКИТ) в рамках федеральной программы, инициированной Указом Президента РФ №597 от 7 мая 2012 г, в конце 2013 года разработаны и в 2014 году утверждены следующие новые профессиональные стандарты в области ИТ [2]:

- 1) Администратор баз данных
- 2) Архитектор программного обеспечения
- 3) Менеджер по информационным технологиям
- 4) Менеджер продуктов в области информационных технологий
- 5) Программист
- 6) Руководитель проектов в области информационных технологий
- 7) Руководитель разработки программного обеспечения
- 8) Системный аналитик
- 9) Специалист по информационным ресурсам
- 10) Специалист по информационным системам
- 11) Специалист по тестированию в области информационных технологий
- 12) Технический писатель (Специалист по технической документации в области ИТ)

Тексты утвержденных профессиональных стандартов размещаются в реестре на сайте Министерства труда и социальной защиты РФ [3].

В связи с тем, что в сфере информационных технологий работники имеют дело со сложными технологическими объектами, возникают достаточно высокие требования к их квалификационному уровню.

Как правило, при приеме на работу используется общий подход к выбору квалификационных уровней в профессии:

- 1) Начальный уровень профессии – «ученик»;
- 2) Первый уровень профессии – «подмастерье»;
- 3) Второй уровень – «мастер»;
- 4) Третий уровень – «эксперт».

В профессиональных стандартах выделено 9 уровней квалификаций. В области ИТ также выделены 4 основных уровня квалификации:

4 – Среднее профессиональное образование – программы подготовки специалистов среднего звена Повышение квалификации по программам обучения, рекомендованным производителем ИС

5, 6 – Высшее образование – программы бакалавриата. Повышение квалификации по программам обучения, рекомендованным производителем ИС

7 – Высшее образование – специалитет, магистратура. Повышение квалификации по программам обучения, рекомендованным производителем ИС

*Например, профессиональный стандарт ИТ должности «Программист» включает следующие трудовые функции:*

- Разработка и отладка программного кода;
- Проверка работоспособности и рефакторинг кода ПО;
- Интеграция программных модулей и компонент и верификация выпусков программного продукта;
- Разработка требований и проектирование программного обеспечения [4].

Профессиональные и образовательные ИТ стандарты используют **единый, компетентностный подход**, что следует учитывать при составлении программ обучения в рамках высшего образования, профессиональной переподготовки и повышения квалификации.

Профстандарты предоставляют сфере образования необходимые сведения об областях профессиональной деятельности выпускников, объектах этой деятельности, ее видах и задачах, требуемых компетенциях будущих специалистов. Именно **компетентность**, а не набор отдельных знаний, является комплексной характеристикой профессиональной подготовленности высококвалифицированного ИТ специалиста.

**Профессиональная компетентность** – это личностная способность специалиста успешно действовать на основе практического опыта, умения и знаний при решении профессиональных задач, которые он выполняет на высоком, конкурентном уровне. **Степень профессиональной компетентности** говорит о том, насколько выпускник овладел своей специальностью, в какой мере он подготовлен к выполнению своих профессиональных обязанностей и насколько успешно их осуществляет.

Каждый из профессиональных стандартов задает:

- Общие требования по уровням квалификации;
- Необходимый образовательный ценз;
- Перечень должностных обязанностей;
- Перечень знаний, умений и навыков, требуемых для исполнения каждой должностной обязанности (для каждого квалификационного уровня);
- Требования к практическому опыту (количество лет);
- Требования к необходимости сертификации (подлежит/не подлежит);
- Необходимые качества личности (отражены в должностной обязанности «Саморазвитие» на каждом квалификационном уровне).

Для наглядности сведем информацию о требованиях каждой профессии к уровню образования в разрезе «профессия/квалификационные уровни/образование» [5].

Таблица 1 – Требования ИТ-профессий к уровню образования

| <i>Профессия / квалификационные уровни</i>                | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Программист   |          | Б, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | х        | х        | х        |
| Системный архитектор                                      | х        | х        | Б, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | х        |
| Специалист по информационным системам                     |          | Б, ДС    | Б, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | х        | х        |
| Системный аналитик  | х        | Б, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | х        | х        |
| Специалист по системному администрированию                |          | Б, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | х        | х        |
| Менеджер информационных технологий                        | х        | х        | х        | М, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | М, ДС    |
| Менеджер по продажам решений и сложных технических систем |          | Б, ДС    | Б, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | М, ДС    |
| Специалист по информационным ресурсам                     | НПО      |          | Б        | Б, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | х        |
| Администратор баз данных                                  | х        | Б, ДС    | Б, ДС    | М, ДС    | М, ДС    | х        | х        |

Условные обозначения: НПО – начальное профессиональное образование; СПО – среднее профессиональное образование; Б – базовое высшее профессиональное образование, квалификация (степень) Бакалавр; ДС – высшее профессиональное образование, квалификация (степень) Дипломированный специалист; М – высшее профессиональное образование: квалификация (степень) Магистр.

Из таблицы видно, что, начиная со второго квалификационного уровня, для всех профессий требуются выпускники системы высшего образования. Во всех профстандартах отражена потребность в дополнительном профессиональном образовании, профессиональной переподготовке и повышении квалификации.

Из стандартов можно выделить, что большинство требований – это практические навыки и умения, которыми должен обладать сотрудник по данной специальности.

Однако, основные методы оценки профессиональных компетенций в ВУЗах – это тестирование и сдача экзаменов, которые в основном оценивают теоретические знания и количество усвоенной информации. Однако, **оценка профессиональных компетенций** – это не просто знания и умения, а способность применять полученные знания и умения для решения практических задач, именно поэтому работодатели предпочитают принимать сотрудника на работу после выполнения им конкретной профессиональной задачи в установленные сроки.

Наиболее достоверные данные об уровне профессиональных компетенций дает метод имитации трудовой ситуации, который кардинально отличается от классического тестирования или экзамена, и демонстрирует различные элементы компетенций на практическом примере. При этом достоверность полученных оценочных данных тем выше, чем ближе эта имитация к рабочей ситуации.

**Демонстрационных экзамен по стандарту Ворлдскиллс Россия** (WorldSkills Russia) построен по принципу имитации трудовой ситуации в конкретной профессиональной деятельности и предусматривает:

- моделирование реальных производственных условий для демонстрации выпускниками профессиональных умений и навыков;
- независимую экспертную оценку выполнения заданий демонстрационного экзамена, в том числе экспертами из числа представителей предприятий;
- определение уровня знаний, умений и навыков выпускников в соответствии с международными требованиями [6].

Например, в демонстрационном экзамене по направлению «Программные решения для бизнеса» выделены следующие критерии оценки:

- Системный анализ и проектирование
- Разработка программного обеспечения
- Стандарты разработки
- Документирование

Поставленная конкретная профессиональная задача, которую необходимо индивидуально выполнить в короткий срок (6 – 12 часов), фактически требует от студента максимальной собранности, концентрации внимания и демонстрации компетенций сразу по нескольким изученным дисциплинам и в данном случае простое знание теории не дает решение поставленной задачи, как на обычном экзамене.



Задание демонстрационного экзамена по направлению «Программные решения для бизнеса» разделено на следующие модули:

**Модуль 1: Проектирование базы данных и импорт (12 баллов)**

Анализ исходных файлов данных, описания предметной области, проектирование на их основе структуры данных. Приведение исходных файлов данных к виду, подходящему для импорта. Импорт исходных данных разного формата.

**Модуль 2: Разработка (14 баллов)**

Создание настольного приложения, различных окон, таблиц, форм для заполнения, работа с базой данных.

**Модуль 5: Структура проекта (5 баллов)**

Организация файловой структуры проекта, уместное использование принципов ООП, соблюдение культуры кодирования.

**Модуль 6: Общий профессионализм решения (3 балла)**

В общем профессионализме решения учитывается возможность развития информационной системы другими разработчиками, соответствие руководству по стилю заказчика, обратная связь системы с пользователем, стабильная работа всех разработанных программ, стиль кода на протяжении разработки всей системы.

Все выпускники, прошедшие демонстрационный экзамен и получившие Паспорт компетенций вносятся в базу данных молодых профессионалов, доступ к которому предоставляется всем ведущим предприятиям-работодателям, признавшим формат демонстрационного экзамена, для осуществления поиска и подбора персонала [6].

Это дает дополнительный стимул студентам для подготовки к такому виду испытаний и стремление повышать свои профессиональные компетенции на решении практических задач в реальном времени.

### **Библиографический список**

1. Топилин М.А. Порядок разработки профессиональных стандартов совершенствуется. [Электронный ресурс] Москва. Интервью от 26.11.2018 – Режим доступа: [http://profstandart.rosmintrud.ru/nationalnews/75255/?sphrase\\_id=226949](http://profstandart.rosmintrud.ru/nationalnews/75255/?sphrase_id=226949)
2. Ассоциация АПКИТ. Совета по профессиональным квалификациям в области информационных технологий (СПК-ИТ). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://apkit.ru/our-projects/spk-it/>
3. Национальный реестр утвержденных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/>
4. Профстандарт: 06. Связь, информационные и коммуникационные технологии. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://classinform.ru/profstandarty/06-sviaz-informatcionnye-i-kommunikacionnye-tekhnologii.html>

5. Жеребина О. Профессиональные стандарты в области ИТ: «инструкция по применению» [Электронный ресурс] / Ольга Жеребина, zheo@1c.ru / Фирма «1С». – Режим доступа: <https://gigabaza.ru/doc/109687-p3.html>
6. Общая информация по Демонстрационному Экзамену. Официальный сайт. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://worldskills.ru/nashi-proektyi/demonstracionnyj-ekzamen/obshhaya-informacziya.html>

## ОБ ИЗМЕНЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ ПРОФЕССИИ ПРОГРАММИСТА

Дроздов С.Н.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

*Аннотация:* В работе рассматриваются изменения, произошедшие в представлениях о профессии программиста и в требованиях к знаниям и умениям, обязательным для квалифицированного программиста. Эволюция программирования от элитарного занятия к массовой профессии снизила порог требований к глубине и широте теоретической подготовки, привела к узкой специализации значительной части программистов. Бурный рост мощности вычислительных систем отодвинул на второй план вопросы эффективности программ. Сложившаяся ситуация требует анализа перспектив развития программирования как профессии и, соответственно, содержания и форм обучения студентов по направлениям, связанным с разработкой программного обеспечения.

*Ключевые слова:* программирование, программная инженерия, эффективность, специализация, обучение, теория и практика.

Программирование для компьютеров, которое первоначально напоминало род интеллектуального хобби для специалистов в области точных и технических наук, в 60-е – 70-е годы прошлого века превратилось в самостоятельную профессию. На первом этапе это была элитная профессия для немногих. Можно выделить основные требования, удовлетворение которым позволяло считать человека квалифицированным программистом. К ним относятся:

- знание одного, а лучше нескольких языков программирования (в СССР к середине 70-х были распространены Algol 60, Fortran, PL/1; позднее их сменили Pascal, C, Basic);

- умение составлять и отлаживать программы с использованием строковых редакторов и печатающих устройств (ввиду крайней редкости таких устройств, как мониторы);

- умение работать с разнообразными, нестандартными периферийными устройствами, что, как правило, требовало низкоуровневого программирования на языке ассемблера;

- знание языков управления заданиями пакетных ОС, а позднее – языков команд ОС с разделением времени;

- большое внимание к эффективности разрабатываемых программ, поскольку при объемах оперативной памяти в несколько десятков килобайт и низком быстродействии процессоров неэффективные программы были просто неработоспособными;

- как следствие – знание и умение использовать типовые алгоритмы и приемы программирования (бестселлеры этого периода – книги Н. Вирта, Д. Кнута, Э. Дейкстры);

- постепенное распространение принципов структурного программирования, пришедших на смену вольному стилю написания программ, которые зачастую даже их авторы месяц спустя с трудом могли понять.

При этом программирование в большой степени оставалось работой для одиночек или для небольших групп разработчиков. Методы организации коллективной разработки программного обеспечения были слабо проработаны и применялись в основном в крупных фирмах при разработке больших, штучных проектов, таких, как, например, операционные системы.

Прошедшие десятилетия полностью изменили картину в области разработки программного обеспечения. Основным двигателем прогресса здесь явился колоссальный рост производительности оборудования, многократное увеличение объемов памяти и тактовой частоты, появление новых типов периферийных устройств: магнитных и других дисков, графических мониторов, лазерных принтеров и т.п. Появились принципиально новые классы компьютеров: сначала мини- и персональные компьютеры, затем планшеты, смартфоны и другие гаджеты, большая часть которых превышает по мощности «большие» компьютеры 70-х годов.

За это время число программистов резко возросло, программирование стало индустриальной профессией, хотя и сохранило шарм некоторой элитарности. В самом содержании этой профессии, в требованиях, предъявляемых к программистам, произошли существенные изменения. Отметим наиболее очевидные из них:

- были разработаны основные принципы программной инженерии, обеспечивающие значительное повышение производительности труда программистов за счет стандартизации этапов разработки программных систем и методов организации коллективной работы;

- многократно расширился инструментарий разработки, причем скорость появления новых, перспективных средств программирования настолько высока, что программист, желающий сохранить свой статус, обязан непрерывно следить за новинками и осваивать дополнительные знания;

- как следствие, вместо «универсальных» программистов, готовых с переменным успехом программировать что угодно, большим спросом со стороны работодателей пользуются узкие специалисты, хорошо освоившие конкретный язык или программную платформу, веб-разработчики и разработчики мобильных приложений, фронтенд- и бэкенд-разработчики;

- низкоуровневая работа с устройствами, а также использование возможностей ОС на уровне API-функций, также являются прерогативой достаточно небольшого числа системных программистов;

- вопросы эффективности программ в большинстве случаев отходят на второй план или вовсе теряют свое значение, уступая первенство вопросам эффективности работы программистов.

Отмеченные изменения, как и многие, не упомянутые здесь, являются свершившимися фактами, причем в основном благотворными. Однако следует отметить и некоторые нежелательные аспекты текущего развития:

- потеря интереса к вопросам эффективности приводит к неоправданному увеличению размера программ и снижению их быстродействия. Если для отдельно взятого приложения эта потеря эффективности кажется не критичной, то в сумме, особенно для устройств сравнительно малой мощности (смартфоны и т.п.), неэффективность может привести к неприятным последствиям – ограничению числа установленных приложений и замедлению работы системы;

- в более общем плане, недостаток теоретической подготовки может привести к неверному выбору средств и методов практической реализации поставленных задач;

- узкая специализация программистов приводит к трудностям в случае необходимости переориентироваться на другую аппаратную или программную платформу. При этом высокая скорость развития аппаратуры и программного обеспечения не дает программисту шансов просидеть всю жизнь на одних и тех же задачах, решаемых одними и теми же средствами.

Отмеченные проблемы должны приниматься во внимание при определении формы и содержания подготовки программистов. С этой точки зрения, анализ подготовки программистов на кафедре МОП ЭВМ ИКТИБ ЮФУ показывает достаточно адекватный характер используемых учебных планов и рабочих программ преподаваемых дисциплин. В целом сохраняется баланс между фундаментальными теоретическими дисциплинами и часто обновляемыми курсами, связанными с самыми актуальными технологиями программирования. В тоже время, в отзывах работодателей встречаются пожелания усилить не только практическую, но и теоретическую подготовку выпускников. И если совершенствование практических умений обеспечивается постоянной корректировкой содержания обучения в сторону его модернизации, то вопрос о мотивации студентов по отношению к теоретическим знаниям пока не нашел убедительного ответа. Очевидно, полезным было бы рассмотрение вопросов эффективности при изучении таких программных средств, как, например, библиотека STL для C++. Существенную роль может также сыграть привлечение студентов к мероприятиям спортивного программирования.

## О ВОПРОСАХ КОРРЕКТНОСТИ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Жиглатый А.А.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

***Аннотация:** Данная статья посвящена проблеме корректности постановки задач по программированию, которая возникает при подготовке задач для использования в обучении основам алгоритмизации и программирования, и особо остро ощущаемая при использовании автоматизированных методов проверки заданий. В рамках данной работы предлагается достаточно унифицированный подход, позволяющий получать корректную и лаконичную постановку задачи широкого спектра.*

***Ключевые слова:** корректность постановки задачи, задача по программированию, основы алгоритмизации и программирования.*

Эпоха цифровых технологий характеризуется тем, что с каждым днём всё большему числу людей приходится сталкиваться в той или иной степени с освоением навыков использования компьютерных технологий. Стремительное развитие компьютерных технологий формирует тенденцию включения этих навыков в культурный минимум современного человека наравне с умениями читать и писать. Поэтому школьная программа всё больше уделяет внимания не только общим знаниям в области информатики, но и базовым знаниям в области программирования. Кроме этого, многие учащиеся начальных учебных заведений вне школьной программы активно увлекаются освоением различных базовых элементов компьютерных технологий, в частности, связанных с основами алгоритмизации и программирования. В средних профессиональных и высших учебных заведениях увеличивается как спектр специальностей, связанных с компьютерными технологиями, так и контингент студентов, обучающихся на этих специальностях. Для специальностей, связанных с компьютерными технологиями, знания в области основ алгоритмизации и программирования являются базовыми. Таким образом, в сфере образования возникает проблема эффективного обучения основам алгоритмизации и программирования учащихся различных возрастных групп. Для достижения этой цели необходимо регулярное проведение систематической унификации и оптимизации процесса обучения с внедрением новых подходов и технологий.

На данный момент, для обучения основам алгоритмизации и программирования в качестве источников задач очень часто используют различные сборники задач или сеть «Интернет». Однако при решении задач, взятых без переработки, со стороны обучаемых поступает множеством вопросов уточняющего характера, касающихся конкретизации состава входных и выходных данных, ограничений на допустимые значения используемых величин или размеров массивов, формата представления входных и выходных данных и т.д. Поэтому во время процесса решения задач возникает

необходимость внесения поправок в условие, сопровождаемых соответствующими комментариями со стороны преподавателя. Однако это не позволяет исключить субъективное восприятие учениками условия решаемой задачи, неизбежно сказываясь на реализации программы и, следовательно, на результате её работы. Это приводит к увеличению временных затрат при проверке таких программ и снижению объективности оценивания.

Описанная проблема является типичной. Основной причинной её возникновения является использование некорректно поставленных задач.

Понятия постановки задачи и корректности постановки задачи определены в крайне формализованной области науки – математике. Математика – это обширная область науки, включающая в себя несколько десятков самостоятельных ветвей, большинство из которых относится к фундаментальной теории. Программирование является прикладной областью знаний, характерной для инженерных специальностей, для которых математика является хоть и базовой, но все же общеобразовательной дисциплиной. Однако, понятия постановки задачи и её корректности определены в разделах математики, относящихся к прикладным. Прикладные области математики возникли позже, чем фундаментальные, тем не менее понятие постановки задачи красной нитью проходит через всю математику. Например, формулировка теоремы – ни что иное, как постановка задачи. Поэтому понятия постановки задачи и её корректности является крайне важным понятием и в области программирования, возникшего вместе с ЭВМ, изначальное назначение которых заключалось в замене ручного труда при решении прикладных математических задач.

Итак, рассмотрим определения понятий постановки задачи и её корректности. Постановка задачи – точная формулировка условия задачи с описанием входной и выходной информации, предполагающая существование и единственность решения. Некорректная постановка задачи – отсутствие полного набора входных данных, обеспечивающих существование решения, или позволяющих получить единственное решение. Под решением следует понимать конкретный результат, который должен быть получен при определенном наборе входных данных. В программировании базовым понятием является понятие алгоритма. Однако это понятие вторично, т.к. конкретный алгоритм является лишь одним из способов получения решения поставленной задачи. И в независимости от выбранного способа входные и выходные данные, а также и решение (результат), соответствующее им, должны быть неизменными.

Рассмотрим примеры некоторых постановок задач из известных источников сквозь призму введенных понятий.

В задаче 8.16 из [1] предлагается самостоятельно определить принцип заполнения массива. Но в корректной постановке он должен быть описан явно, т.к. у каждого человека восприятие субъективное. Более того, не ясно о какой размерности массива идет речь – фиксированной  $6 \times 6$  или количество строк или столбцов может задаваться пользователем и быть отличным от указанного в примере?

Задача 8.16 из [1].

8.16. Заполнить массив  $A$  по следующему принципу:

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| 1 | 12 | 13 | 24 | 25 | 36 |
| 2 | 11 | 17 | 23 | 26 | 35 |
| 3 | 10 | 15 | 22 | 27 | 34 |
| 4 | 9  | 16 | 21 | 28 | 33 |
| 5 | 8  | 17 | 20 | 29 | 32 |
| 6 | 7  | 18 | 19 | 30 | 31 |

Кроме этого, в данной задаче речь идет о двумерном массиве, а в процессе обучения основам программирования рассмотрение темы двумерных массивов предполагает использование знаний по теме «Циклы». В рассмотренной задаче при такой постановке можно обойтись без использования циклов. И если такая ситуация для этой задачи не является критичной ввиду её направленности на выработку навыков работы с двумерными массивами, то для задачи 5.70 из того же источника допустимая постановкой возможность не использовать циклы не приемлема, т.к. задача входит в раздел «Циклические конструкции» и, соответственно, направлена на освоение навыков работы с циклами.

Задача 5.70 из [1].

5.70. Вывести на экран целые числа в следующем виде:

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 |   |   |   |   |   |
| 1 | 0 |   |   |   |   |
| 2 | 1 | 0 |   |   |   |
| 3 | 2 | 1 | 0 |   |   |
| 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

Типичная ошибка заключается в том, что некоторая задача, выбранная для выработки навыков использования определенных элементов или конструкций языка, может быть решена без применения этих элементов и конструкций, а требований по обязательному их применению в постановке задачи отсутствуют. Например, задача 16.27 из [1], судя по расположению в соответствующем разделе, предполагает выработку навыков по использованию циклов, однако может быть решена без их использования.

Задача 16.27 из [1].

16.27. У школьников было  $w$  рублей. Бутылка с соком стоит  $z$  рублей, пустая бутылка стоит  $r$  рублей. Разработать алгоритм, вычисляющий, сколько бутылок сока могут выпить школьники, если они будут сдавать пустые бутылки и на вырученные деньги покупать полные бутылки. Полученная сдача добавляется к выручке.

Для этой задачи характерна еще одна проблема. При наличии нескольких входных параметров начинает играть роль порядок их ввода, особо остро ощущаемый при использовании систем автоматизированной проверки решений. При ручной проверке в этой ситуации теряется время на перестановку параметров в нужном порядке в случае, если отличается порядок следования



этих параметров в примерах проверяющего. Для выходных данных ситуация аналогична.

В [1] в разделе 7 постановки ряда задач имеют одну и ту же проблему – не известно количество элементов массива. Ниже приведена задача 7.13, иллюстрирующая данную проблему.

Задача 7.13 из [1].

7.13. Дан массив целых чисел. Найти сумму элементов массива, принадлежащих промежутку от  $q$  до  $t$ , вводимых с клавиатуры.

Для этой задачи также присуща проблема неопределенности порядка следования входных данных – сначала массив, а потом границы промежутка, или наоборот. Кроме этого возникает вопрос относительно типа входных данных. Во-первых, не сказано, что границы промежутка должны быть целыми. Это значит, что задачу необходимо решать в более общем случае, предполагая, что границы интервала вещественные. Во-вторых, из-за отсутствия ограничений на максимальное и минимальное значения элементов массива, невозможно однозначно выбрать тип данных для элементов массива. Для программы, источником входных данных которой является стандартный ввод или текстовый файл, эта проблема решается путем выбора наибольшего типа данных. Но если источником входных данных является бинарный файл, то эта проблема приобретает критический характер.

Детально изучая задачи из того же раздела, можно заметить, что почти все задачи с 7.12 по 7.32 имеют идентичное условие. Задачи направлены на обработку элементов одномерного массива. Отличие заключается только лишь в условии обработки. Если ряд идентичных задач имеет одинаковый состав набора входных и выходных данных, и отличается лишь способом получения выходных данных, то эта совокупность задач является по сути одной задачей, имеющей обобщенную постановку. Попытку обобщения постановки задачи можно наблюдать в задаче 14.17 из [2].

Задача 14.17 из [2].

14.17. Имеется типизированный файл с числами. Напечатать все его элементы с нечетным порядковым номером. Рассмотреть два варианта:  
а) известно, что в существующем файле записаны 20 чисел;  
б) размер существующего файла неизвестен.

Однако постановка этой задачи также некорректна, и делает её некорректной, прежде всего, формулировка «имеется типизированный файл с числами». Возникают следующие вопросы. Какого типа «числа» содержатся в этом файле? Какое имя файла? Что означает «напечатать», и где или на чём печатать? Кроме этого возникает еще одна неопределенность, наблюдаемая в постановках многих задач по теме «Массивы» – что именно имеется ввиду под формулировкой «элементы с нечетным порядковым номером»? Если речь идет о порядковом номере элемента, то они начинаются с единицы. Если имеется ввиду индекс, то для разных языков первый по порядку следования слева направо элемент массива может иметь индекс равный нулю, единице или вручную установленному номеру. Тогда определяемая таким образом четность

одного и того же элемента может меняться в зависимости от выбранного языка, неизбежно влияя на результат.

В завершение анализа ошибок, допускаемых при выполнении постановки задачи рассмотрим задачу 8.30 из [1].

Задача 14.17 из [2].

8.30. Разработать программу, запрашивающую координаты ферзя на шахматной доске и показывающую поля доски, находящиеся под его боем.

В этой задаче не ясно каким конкретно должен быть результат работы программы. Слово «показывающую» в формулировке условия в зависимости от интерпретации может означать представление результата в графическом виде. Но задача из сборника, посвященного обучению основам программирования. Значит, скорее всего, речь идет о представлении совокупности клеток координатами соответствующих клеток. Тогда возникает вопрос, в каком порядке должны следовать координаты клеток из искомой совокупности и в каком виде должны быть представлены координаты клеток?

Перечень ошибок, допускаемых при выполнении постановок задач, не исчерпывается рассмотренными. Анализ упомянутых источников задач по программированию позволяет сделать вывод о том, что некорректно поставленные задачи встречаются в этих источниках очень часто. Кроме этого, похожая тенденция наблюдается и в других не менее известных источниках задач по программированию. Это приводит к невозможности использования существующих источников задач по программированию, особенно в условиях использования систем автоматизированной проверки решений, которые применяются при проведении занятий, предполагающих проведение контроля знаний в форме режима реального времени в рамках практикумом по программированию, лабораторных и контрольных работ. Таким образом, некорректность постановок задач по программированию становится системной проблемой на пути повышения эффективности обучения основам алгоритмизации и программирования.

Для решения этой проблемы необходимо формирования базовых правил формирования корректной постановки задачи по программированию. Сами же формулировки должны быть обобщенными, унифицированными для использования при выработке навыков использования различных элементов и конструкций языка, учитывать наличие различных источников входных и выходных данных. Формат входных и выходных данных, а также их последовательность должны быть четко обозначены.

### **Библиографический список**

1. Окулов С.М. Задачи по программированию / С.М. Окулов, Т.В. Ашихмина, Н.А. Бушмилева и др.: Под ред. С.М. Окулова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 820 с.: ил.

2. Златопольский Д. М. Сборник задач по программированию. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 304 с.: ил. – (ИиИКТ)

## DATA MINING В ПРОГНОЗИРОВАНИИ СПОСОБНОСТЕЙ АБИТУРИЕНТОВ

Норкин О.Р., Парфенова С.С.

Южный федеральный университет,  
Институт компьютерных технологий и информационной безопасности

***Аннотация:** В последнее время большое внимание уделяется рациональному использованию потенциала отдельного человека или человеческого ресурса. В нашей работе мы рассмотрим подход, когда на основе оценки человеческого ресурса абитуриента прогнозируется оптимальное для него направление обучения.*

***Ключевые слова:** человеческий ресурс, образование, анализ данных, Data Mining, Deductor Studio*

Образование – это сфера общественной жизни, от которой зависит развитие и потенциал общества и страны в целом. Получение высшего образования – это один из главных этапов социализации личности, формирующий мировоззрение. Реформы социальной жизни в нашей стране существенно изменили ситуацию в области высшего образования, в системе жизненных ценностей, в выборе профессии молодыми людьми. Высшим учебным заведениям в настоящее время приходится не только обучать студентов, но и подстраиваться к изменениям, происходящим во внешней среде, что побуждает их к поиску новых идей, построению систем и структур управления, адекватных требованиям рынков труда и образовательных услуг. Авторы статьи имеют опыт исследований в близкой области – проектирования системы подбора персонала. В [1] подробно и системно описан этот процесс, который практически один к одному совпадает с подбором студента под направление обучения. Актуальность таких исследований в современных условиях неуклонно повышается. Это объясняется тем, что человеческий фактор оказывает все более возрастающее воздействие на развитие, успех и, как следствие, на финансовое благополучие любого предприятия. И учебного заведения в том числе.

Каждый выпускник понимает, что образование является в настоящее время важной составляющей всей его жизни и от него во многом зависит дальнейшая жизнь. Поэтому спрос на образовательные услуги очень велик.

В последние годы среди высших учебных заведений (ВУЗ) развернулась конкурентная борьба за абитуриентов. Снижение количества выпускников школ, связанное с демографическим спадом, заставляет ВУЗы привлекать в ряды своих учащихся абитуриентов с как можно большим количеством баллов. Конкурентные преимущества обеспечивают себе те вузы, которые обладают высоким интеллектуальным потенциалом, позволяющим создавать уникальные компетенции. В этот момент появляется проблема, когда «случайные» студенты показывают отсутствие интереса, мотивации, низкие результаты в учебе и зачастую становятся вероятными кандидатами на отчисление. Это

происходит тогда, когда выпускник школы поступает в ВУЗ без учета своих индивидуальных качеств, опираясь только на балл единого государственного экзамена (ЕГЭ). В результате после поступления студент может испытывать трудности в обучении, потерять интерес к учебному процессу и, как следствие, вообще не закончить ВУЗ. Даже если такой студент закончит ВУЗ, то, вероятно, качество такого специалиста будет сомнительным или же он будет работать в другой сфере. Таким образом, получается нерациональное использование как средств государства или семьи студента, так и времени, потраченного на обучение. Поэтому стремление заполучить студентов любой ценой не способно обеспечить учебному заведению безусловный успех.

Из этого следует, что ВУЗы заинтересованы в привлечении таких студентов, которые осознанно и целенаправленно выбирают специальность и образовательное учреждение. Таким образом, в современных условиях повышаются требования к «качеству» студента, как объекта образовательного процесса [2, 3]. «Качество» студента определяется набором характеристик, которые можно получить, обладая предварительной информацией об индивидуальных способностях личности. Эти характеристики представляют собой большой массив данных. Современные информационные технологии, которые объединяются сложившимся термином Data Mining [4], предоставляют возможность для решения этой проблемы.

В нашей ситуации, когда к большому объему разнородных данных нужно применить информационные технологии анализа данных, должна быть создана информационно-советующая система. Эта система на основе собранных данных о выпускниках школ (анкетирование, интервью, данные обучения) сможет выдать рекомендации по направлению подготовки. Для этого наша система должна быть уже «обученной» и содержать данные о выпускниках направления подготовки прошлых лет, состоящие из трех блоков. Первый блок – перед ВУЗом: баллы ЕГЭ, оценки школьного аттестата и дополнительные данные, отражающие индивидуальные предрасположенности. Второй блок – в ВУЗе: успеваемость по дисциплинам учебного плана направления образовательной программы, научная активность, награды на конкурсах. Третий блок – после ВУЗа: место работы, как оно связано с направлением подготовки, карьерный рост и т.п. Таким образом, мы формируем некие образцовые множества данных (табл.1).

Причем, чем от большего количества людей будут собраны данные, тем точнее окажется результат прогнозирования. Естественно, данные этих блоков должны быть соответствующим образом подготовлены (очистка, дополнение, фильтрация и т.д.).

Затем мы собираем по схеме первого блока данные поступающего в ВУЗ абитуриента. После этого применяем технологии анализа данных, которые позволят соотнести данные абитуриента с «образцовыми» данными, которые мы получили за прошлые годы. Степень близости новых данных к образцу позволит с той или иной степенью вероятности прогнозировать успеваемость абитуриента и успешность его работы после ВУЗа. В проектировании данной

системы можно применить структурно-функциональный подход [5], используемый авторами на практике.

Таблица 1 – Блоки данных

| Блок 1 - до ВУЗа  | Блок 2 - в ВУЗе                             | Блок 3 - после ВУЗа                          |
|---|---|--|
| Баллы ЕГЭ   | Оценки по дисциплинам                       | Соответствие места работы профилю подготовки |
| Оценка по профилирующему предмету                           | Научная активность                          | Время устройства на работу                   |
| Оценки школьного аттестата                                  | Участие и победы в конкурсах разных уровней | Занимаемая должность                         |
| Индивидуальная предрасположенность к направлению подготовки | Качество творческих проектов                | Карьерный рост                               |

Можно выделить следующие, достаточно общие этапы работы информационно-советующей системы в рамках технологии Data Mining.

**Этап 1** – Сбор и аккумуляция простых данных. Для анализа данных необходим банк данных, где будут аккумулироваться данные прогнозируемого процесса. В нашем случае это будут данные о выпускниках школ прошлых лет и данные об их трудоустройстве. Эти данные будут достаточно простые (например, оценка по какому-либо предмету), но в дальнейшем они будут использоваться для прогнозирования. Чем больше этих данных, тем точнее будет прогноз.

**Этап 2** – Работа с аккумуляруемыми данными. На основе технологий работы с большими данными поиск зависимостей между данными. Фактически на этом этапе из данных выявляются знания, которые в будущем помогут нам в прогнозировании.

**Этап 3** – Выявление правил аналитики или машинное обучение. В первом случае из зависимостей, полученных на этапе 2, формулируются правила, образующие базу знаний для информационно-советующей системы. Во втором случае используется машинное обучение на основе нейронных сетей, генетических алгоритмов и т.д.

**Этап 4** – Прогнозирование. На этом этапе, используя правила предыдущего этапа, определяется приемлемость данного направления подготовки для конкретного абитуриента.

Одним из важных этапов задачи прогнозирования является кластеризация, которая решается, например, с помощью самоорганизующихся карт Кохонена. Сети, называемые картами Кохонена, – это одна из разновидностей нейронных сетей.

Идея сети Кохонена принадлежит финскому ученому Тойво Кохонену. Основной принцип работы сетей – введение в правило обучения нейрона информации относительно его расположения. Можно сказать, что такая сеть учится понимать структуру данных.

Программное обеспечение, позволяющее работать с картами Кохонена, сейчас представлено множеством инструментов. Это могут быть как инструменты, включающие только реализацию метода самоорганизующихся карт, так и нейропакеты с целым набором структур нейронных сетей, среди которых и карты Кохонена; также данный метод реализован в некоторых универсальных инструментах анализа данных.

К инструментарию, включающему реализацию метода карт Кохонена, относятся SoMine, Statistica, NeuroShell, NeuroScalp, Deductor Studio и множество других. Для решения задачи будем использовать аналитический пакет Deductor Studio [4].

Современные технологии анализа данных помогают человеку в самых разных областях, в том числе в сфере выявления способностей индивидуума. Мы рассматриваем эти технологии применительно к сфере образования с точки зрения способностей абитуриента к обучению по данному направлению подготовки. Это важно с точки зрения рационального использования ресурсов ВУЗа и самого обучаемого. Это может быть реализовано с помощью анализа данных абитуриента в сравнении с большим объемом данных обучающихся прошлых лет.

Данная статья является изложением наших самых общих (предварительных) представлений о поставленной проблеме с поправкой на то, что область Data Mining является для нас новой. Новой, но интересной, интерес к которой возник благодаря профессору Берлинского университета прикладных наук Владимиру Бодрову и содержательных бесед с ним.

### **Библиографический список**

1. Норкин О.Р., Парфенова С.С. Система подбора персонала на основе структурного анализа и задачи о назначениях. Монография // LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co, Saarbrücken, Germany, ISBN 978-3-330-03280-4, 2017. P. 69.

2. O. Norkin, S. Parfenova Systems analysis as a basis for innovative engineering training // INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND DIDACTICS IN TEACHING: materials of conference. –Berlin: MVB Marketing- und Verlagsservice des Buchhandels GmbH, 2013. Pp. 129-133.

3. Норкин О.Р., Парфенова С.С. Роль системного анализа в подготовке современного инженера. VII Международная научно-методическая конференция «Современные проблемы техносферы и подготовки инженерных кадров». LES PROBLEMES CONTEMPORAINS DE LA TECHNOSPHERE ET DE LA FORMATION DES CADRES D'INGENIEURS. –Донецк, 2013. С. 175-178.

4. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: От данных к знаниям.

–СПб.: Питер, 2009. 624 с.

5. Норкин О.Р., Пашков Ю.А. Структурно-функциональный подход к проектированию информационной системы сборки распределенных программ // Сб. статей Межд. НПК «Технологии разработки информационных систем. ТРИС 2015». –Таганрог, Изд-во ЮФУ. 2015. С. 258-262.

# ПРИКЛАДНЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Герасименко Е.М., Терешко Г.Т.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

***Аннотация:** В данной статье рассматриваются прикладные аспекты разработки онтологической модели. Представлены некоторые инструменты и языки. Так же описывается понятие онтологии и области её применения.*

***Ключевые слова:** Онтологии, Protégé, OWL, RDF, XML*

## **Введение**

Онтологии, описывающие понятия и отношения в предметной области, необходимы для представления и обмена знаниями.

Существует несколько языков, инструментов и формализмов, которые сопровождают термин онтология. Среди этих языков можно выделить: XML (Extensible Markup Language), RDF (Resource Description Framework), RDFS (RDF Schema), DAML + OIL и OWL. Онтологии должны создаваться для конкретной функции в наиболее подходящем формализме, удовлетворяющем потребностям целевой аудитории.

Построение онтологии (разработка) должно учитывать несколько моментов, связанных с формализмами, инструментами и языками, которые будут использоваться.

Предполагается, что при разработке онтологии с нуля нужно:

- определить инструмент(ы), которые предоставляют поддержку процесса разработки онтологий.
- определить тип хранилища онтологии (в базах данных или файлах)
- определить, есть ли у используемого инструмента интерпретаторы различных онтологических языков или форматов.
- указать, какой язык (языки) должен использоваться для реализации этой онтологии
- проанализировать, поддерживает ли инструмент разработки онтологии выбранный язык, и подходит ли выбранный язык для обмена информацией между различными приложениями.
- проверить, совместим ли этот язык с другими языками для представления знаний и информации в Web

## **Основная часть**

Что такое «онтология».

Самым распространенным на данный момент является определение Т. Gruber[1], согласно которому, онтология является точной спецификацией концептуализации. С этой точки зрения каждая база знаний, система, основанная на знаниях, или агент знаний фиксируется явно или неявно некоторой концептуализацией. Множество объектов и отношения между ними отражаются в словаре, в котором система, основанная на знаниях, представляет



свои знания. Таким образом, считается, что основу онтологии составляют множества представленных в ней терминов.

1. М. Ushold также считает[3], что онтология является спецификацией концептуализации, но только в той ее части, которая зависит от определенной области интересов. Независимо от вида онтологии в нее необходимо включить словарь терминов и некоторые спецификации их значений, что позволяет ограничивать возможные интерпретации терминов и отражать взаимодействие понятий, включенных в структуру данной области. Заметим, что при таком подходе понятие онтологии сильно пересекается с уже давно принятым в информатике и лингвистике понятием тезауруса.

2. Н. Takeda ставит[3] онтологии в центр проблемы организации знаний, так как в каждой области могут существовать различные понимания одних и тех же терминов. В этом случае онтология используется для структурирования информации, являясь посредником между человеко- и машинно-ориентированным уровнем представления информации. Здесь онтология определяется как соглашение о некоторой области интересов для достижения определенных целей.

### **Применение онтологий**

Существуют[2] огромные компьютерные приложения, основанные либо на большой производительности, либо на простоте использования, которые используют преимущества онтологий:

- Информационный поиск. Онтологии используются при поиске информации как интеллектуальный инструмент поиска с использованием механизма логического вывода в качестве альтернативы сопоставлению ключевых слов. Это облегчает поиск информации без использования сложной булевой логики. Кроме того, онтология помогает улучшить отзыв путем расширения синонимических связей запросов и улучшить точность в контексте двусмысленности (определение значения слова в данном контексте).

- Тексты. Онтологии могут быть использованы в приложениях для обработки текста и могут быть извлечены из текстовых источников (предназначенный для обучения онтологии на основе текста). Например, метод, используемый для определения полезных слов (которые могут представлять понятия или отношения) называется онтологическим обучением. Например, была разработана специальная синтаксическая модель для определения онтологических отношений, таких как *Нуронуму*<sup>29</sup> или *Мереонуму*<sup>30</sup>.

- Цифровые библиотеки. Онтологии могут использовать смысл контекста для автоматического индексирования и аннотации документов. Кроме того, он может использоваться для динамического создания каталогов из машиночитаемых метаданных.

- Управление знаниями. Использование систем управления онтологиями помогает поддерживать существующие системы/базы данных и способно генерировать неявную информацию. Более того, онтология может использоваться в качестве инструмента управления знаниями, обеспечивающего семантически-ориентированный доступ и направляющего открытие новых знаний.

- NLP (Natural Language Processor - обработка естественного языка): использование онтологий обрабатывает запросы на естественным языком и обеспечивает лучший машинный перевод.

### **Языки онтологий**

В последние несколько лет были разработаны различные языки онтологий, со временем, принятыми в виде стандартов в контексте семантического web. Далее перечислены некоторые наиболее известные языки:

SHOE: Разработан в 1996 году как простое расширение html для онтологий, позволяющее авторам веб-страниц аннотировать свои веб-страницы машиночитаемыми знаниями. SHOE позволяет агентам собирать значимую информацию о веб-страницах и документах, что улучшает механизмы поиска и сбор знаний. Кроме того, SHOE сочетает функции языков разметки, представления знаний, логов данных и онтологий, направленные на устранение уникальных проблем семантики в Интернете.

XML [4] (EXtensible Markup Language): расширяемый язык разметки. Рекомендован Консорциумом Всемирной паутины (W3C). Был построен в 1996 году, как и HTML, и предназначена для описания данных, а не для их отображения. В результате XML был использован для модификации синтаксиса SHOE, и впоследствии дополнительные языки онтологий были построены на синтаксисе XML.

RDF (Resource Description Framework): Был разработан W3C для описания веб-ресурсов и позволяет специфицировать семантику данных на основе XML в однородным и совместимым образом. Он также предоставляет механизмы для четкого представления сервисов, процессов и бизнес-моделей, в тех случаях когда распознать информации затруднено.

RDFS: представляет собой схему RDF, был построен W3C как расширение для RDF с использованием примитивов. RDFS получается путем объединения RDF и RDF Schema. RDFS просто позволяет представление концепций. По этой причине таксономии понятий и двоичные отношения не очень выразительны.

OWL: Язык онтологий для web. Разработан в 2001 году рабочей группой, созданной W3C. Они определили список основных вариантов использования Semantic Web с учетом функций DAML + OIL в качестве основного материала для разработки OWL и предложили первую спецификацию этого языка. В настоящее время OWL может различаться между OWL1 и OWL2.

OWL2: Добавляет новый функционал в отношении OWL1. В частности, OWL2 поддерживает OWL Full и OWL DL, добавляя Richer Datatypes, Qualified Cardinality Restrictions, Reflexive, Asymmetric и Disjoint Properties в дополнение к определению различных профилей: OWL 2DL, OWL 2EL, OWL2 QL и OWL 2RL.

### **Инструменты разработки онтологий**

Исследователями в Semantic web были предложены некоторые программные средства, связанные с онтологией,. В частности, значительное внимание уделяется Semantic web-редакторам (ответственным за создание и

манипулирование онтологиями). В следующих абзацах содержатся некоторые из этих инструментов:

Protégé[5]: Онтологический редактор, созданный в Стэнфордском университете. Очень популярен в Semantic Web и исследованиях в области компьютерных наук. Protégé бесплатен, разработан на Java, и его исходный код выпущен по бесплатной лицензии (Mozilla Public License). Protégé может читать и сохранять онтологии в большинстве форматов: RDF, RDFS, OWL и т. д. У него есть несколько конкурентов, таких как Hozo, OntoEdit и Swoop. Его признали за способность работать с большими онтологиями. Пример онтологии разработанной в Protégé приведен на рис. 1.

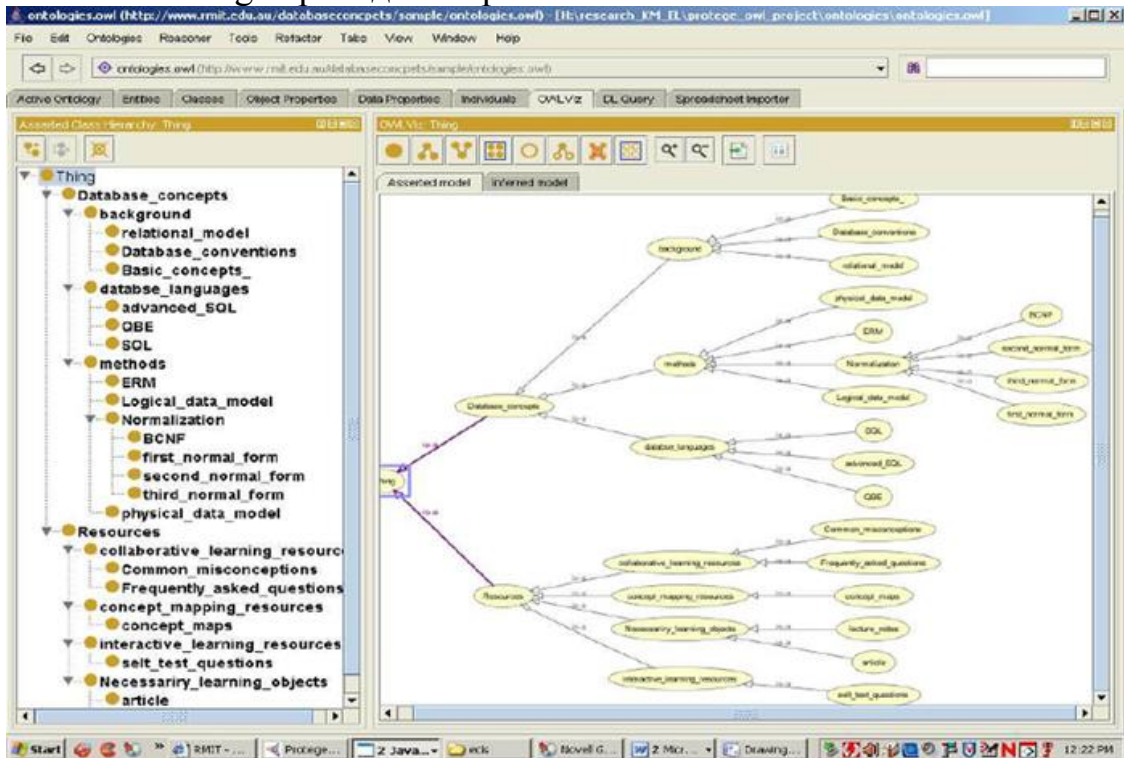


Рисунок 1 – Онтология в Protégé

WebOnto: Инструмент, который предоставляет веб-интерфейс для визуализации, просмотра и редактирования для разработки и поддержки онтологий и моделей знаний, указанных в OSM. Онтологию можно рассматривать как модель концептуальной структуры некоторого домена, а WebOnto предоставляет возможность представлять это графически.

Graffoo[6]: Представляет собой графическую структуру для онтологий OWL, Является новым средством с открытым исходным кодом, разработанным Сильвио Перони. Может быть использовано для представления классов, свойств и ограничений в онтологиях OWL или их подразделах в виде четких, легких, понятных диаграмм.

### **Заключение**

В настоящее время зрелость онтологической технологии не является достаточной, несмотря на наличие большого количества инструментов и языков. Например, языки разметки онтологии постоянно развиваются, но не являются достаточно зрелыми, что затрудняет использование передовых

технологий для их управления. Тем не менее, основная проблема, с которой приходится сталкиваться, - это необходимость в интегрированной среде (за исключением некоторых окружений, таких как Protégé). В то же время, работа, происходящая в этой области, должна уделять внимание общему окружению для разработки онтологии, чтобы упростить разработку, развитие и управление онтологией.

*Работы выполнены при поддержке РФФИ, проект № 16-01-00090 а.*

### **Библиографический список**

1. О.И. Россеева. Организация эффективного поиска на основе онтологий. / О.И. Россеева, Ю.А. Загорюлько – URL: <http://www.dialog-21.ru/digest/2001/articles/rosseeva>. Дата обращения: 27.10.2018
2. Thabet Slimani, Ontology Development: A Comparing Study on Tools, Languages and Formalisms // Indian Journal of Science and Technology. – 2015 - Vol 8(24)
3. V.F. Khoroshevsky. Knowledge v. s. data spaces: how an applied semiotics to work on web. // Proceedings of CAI'98, Pushchino, Russia - 1998 - С. 7-16.
4. Bray T. Extensible Markup Language (XML) 1.0, second ed., W3C Recommendation. / Bray T, Paoli J, S-M CM, Maler E. // 2000.
5. Knowledge Modeling at the Millennium (The Design and Evolution of Protege-2000) / EG William, E Henrik, RW Ferguson, HG John, WT Samson and AM Mark. // KAW'99. Proceedings of the Twelfth Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management – 1999
6. Modelling OWL ontologies with graffoo. / Falco R, Gangemi A, Peroni S, Shotton D, Vitali F. // Proceedings of the 11th European Semantic Web Conference Satel lite Events – 2013.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ

Страхов Н.Э., Куценко М.С.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

***Аннотация:** В статье рассматривается важность применения интеллектуальных информационных систем в жизни современного предприятия. Выполнена постановка задачи прогнозирования продаж и представлено её возможное решение на основе применения искусственных нейронных сетей.*

***Ключевые слова:** интеллектуальные информационные системы, искусственные нейронные сети, задача прогнозирования, персептрон.*

В наши дни информационные технологии получают широкое применение в жизни современных предприятий. Эти технологии зачастую подразумевают реализацию новых средств и методов анализа и обработки данных. Они способны точно оперировать с информацией, осуществлять поддержку операционного, управленческого контроля, а также применяться в случае стратегического планирования.

Применение информационных технологий приводит к повышению конкурентной способности предприятий. Вызванная автоматизация снижает вероятность ошибок при работе с большими массивами информации, повышает продуктивность работы сотрудников и делает бизнес-процессы максимально четкими и эффективными.

Следовательно, разработка собственной автоматизированной системы представляется одной из главных задач. Подобная система должна реализовывать максимально приближенные бизнес-процессы предприятия и учитывать специфику его управленческих и финансовых технологий. Она должна своевременно реагировать на колебания рынка и перестраивать деятельность предприятия согласно им. Также внедрение автоматизированной системы приведет к снижению различных потерь, что должно положительно сказаться на предприятии.

Одним из ведущих направлений в сфере информационных технологий являются интеллектуальные информационные системы. Подобные системы способны решать неформализованные задачи, которые возникают с развитием бизнеса. Часто в них применяются искусственные нейронные сети. Они особенно востребованы в тех случаях, когда решение задачи главным образом опирается на опыт специалистов и интуитивных подход.

Искусственная нейронная сеть представляет собой программно и аппаратно реализуемую математическую модель, построенную и функционирующую по аналогии с биологической нервной системой человека. Они весьма полезны при решении таких задач, как прогнозирование,

классификация и управление, ведь связь между входными и выходными параметрами понятна по большей части лишь интуитивно, а четкое представления о внутренней архитектуре модели отсутствует. Интеллектуальные информационные системы представляют собой комплекс технологий, направленных на автоматизацию обработки информации для выработки решения и построение различных вариантов решений. Еще одним плюсом интеллектуальных информационных систем представляется возможность формулировать запрос пользователя на языке максимально приближенном к естественному [1].

Интеллектуальная информационная система выполняет множество функций, одной из которых является решение задачи прогнозирования возможных продаж предприятия. Наиболее часто встречается для оценки спроса или продаж постановка задачи прогнозирования временных рядов. Данная постановка представляет собой создание прогноза и формирование его проекции на ось времени. Она заключается в построение прогноза согласно отслеживанию динамики изменения продаж и (или) цены на какой-либо продукт [2].

В общих чертах задача прогнозирования выглядит следующим образом. Пусть существует некоторый источник, формирующий последовательность элементов  $x_1, x_2, \dots, x_t$  из некоего множества  $A$ , называемого алфавитом. Алфавит может являться как конечным, так и бесконечным (т.е. принимать некоторый ограниченный непрерывный интервал). При этом в момент времени  $t$  мы имеем созданную источником конечную последовательность  $x_1, x_2, \dots, x_t$ . Задача прогнозирования на 1 шаг вперед заключается в определении распределения вероятностей для случайной величины  $x_{t+1} \in A$ .

Для решения данной задачи будем применяться вероятностный подход к определению следующего элемента  $x_{t+1}$ . Для этого, в случае дискретного конечного алфавита, мы будем выполнять оценку условных вероятностей следующего вида:  $p(x_{t+1}=a \in A | x_1, x_2, \dots, x_t)$ , т.е. определять условную вероятность того, что следующий элемент ряда  $x_{t+1}$  равен элементу  $a \in A$  если известны предыдущие  $t$  элементов ряда. В случае прогнозирования ряда со значениями из непрерывного ограниченного интервала, мы будем оценивать плотность вероятности следующего вида:  $p(x_{t+1} | x_1, x_2, \dots, x_t)$ , где  $x_{t+1} \in A$  – независимая переменная [3,4].

Для решения поставленной выше задачи прогнозирования применяется упрощенная математическая модель биологических нейронных сетей – искусственный нейрон. Нейрон представляет собой наипростейший инструмент человеческого мозга. Упрощенное представление нейрона представлено на рисунке 1.

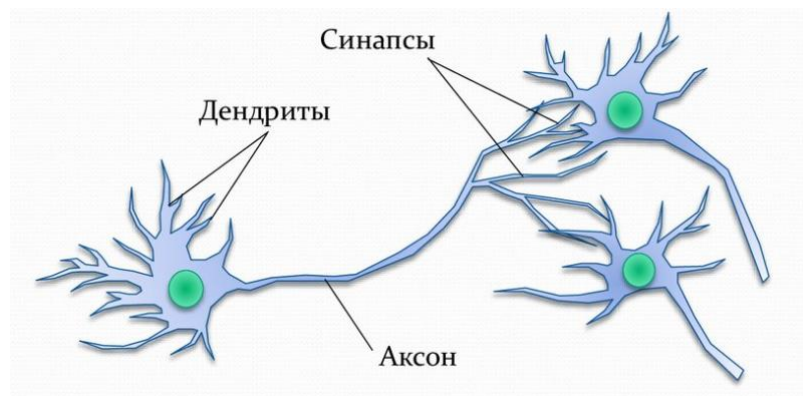


Рисунок 1 – Нейрон

Описать работу нейрона можно следующим образом. Нейрон выполняет прием и обработку электрохимического сигнала. Дендриты пролегают от тела нервной клетки к другим нейронам, где они выполняют прием сигнала в точках соединения, именуемых синапсами. Полученные синапсом входные сигналы подводятся к телу нейрона, где они суммируются. Стоит заметить, что действия одних входов направлены на возбуждение нейрона, других наоборот, воспрепятствовать его возбуждению. В момент, когда суммарное возбуждение в теле нейрона превышает порог, происходит возбуждение нейрона, при котором по аксонам посылается сигнал другим нейронам. Подобная связанная структура нейронов имеет название *нейронная сеть* [5,6]. На рисунке 2 представлен пример математической модели элементарной нейронной сети.

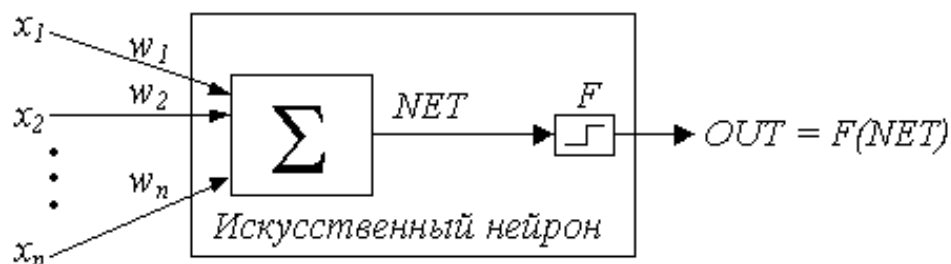


Рисунок 2 – Схема элементарной нейронной сети

На входе представлен набор сигналов  $X$ , образующий матрицу из одного столбца. Вектором весов  $W$  выполнено представление нейронной сети. При выполнении перемножения векторов  $X \cdot W$  мы получаем значение выходного сигнала в виде числового значения  $Y$ . К полученному нами значению происходит применение пороговая функция  $F$ . Представленная выше схема подходит под описание схемы персептрона Розенблатта. При обучении известны входные и выходные сигналы –  $X, Y$ . Задача, которую решает данный алгоритм – поиск вектора  $W$  [5].

Целевой функцией (ЦФ) в данной работе является суммарная разница полученных сигналов с известными выходными сигналами. Соответственно, цель задачи – минимизация ЦФ, то есть ошибки.

Рассматриваемый подход к решению задачи прогнозирования продаж имеет два главных преимущества: высокую точность и скорость выдачи прогноза. Из недостатков можно выделить отсутствие возможности оценить время обучения.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-01-00627)*

### **Библиографический список**

1. Страхов Н.Э. Применение нейронных сетей для решения задачи прогнозирования временных рядов [Текст] / Н.Э. Страхов, В.Н. Куценко / "Информационные системы и технологии: фундаментальные и прикладные исследования" – 2017. – С. 124-126.

2. Ливенцева А.В. Использование нейронной сети при прогнозировании объема продаж торговой фирмы [Текст] / А.В. Ливинцева / Вестник науки и образования №2 (26) – Воронеж, 2017. – С. 24-28

3. Лысак А.С. Разработка и исследование теоретико-информационных методов прогнозирования [Текст] / дис. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук (2015) Лысак Александр Сергеевич; Новосибирский национальный исследовательский государственный университет – Новосибирск, 2015. – С. 144.

4. Лысак А.С. Прогнозирование многомерных временных рядов [Текст] / А.С. Лысак, Б.Я. Рябко / Вестник СибГУТИ. – 2014. - №4. – С. 75-88.

5. Каширина И.Л. Искусственные нейронные сети. Учебное пособие [Текст] / И.Л. Каширина – Воронеж, Воронежский государственный университет, 2005 – С. 51

6. Мелихова О.А. нейронные сети как составная часть систем искусственного интеллекта [Текст] / О.А. Мелихова / Информатика, вычислительная техника и инженерное образование – 2015. - №1 (21). – С. 40-51.



# ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Шкаленко Б.И., Гладкова Е.С.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

***Аннотация:** Работа посвящена исследованиям возможности внедрения мобильных технологий и дополненной реальности для систем поддержки принятия решений. Проведен обзор технологии дополненной реальности и способов разработки приложений для мобильных платформ на основе данной технологии. Рассмотрено моделирование процесса разработки мобильных приложений с помощью методологии IDEF0*

***Ключевые слова:** Мобильное приложение, дополненная реальность, моделирование процесса, разработка.*

## **Введение**

Проблема выбора при принятии решений присутствует абсолютно во всех сферах деятельности современного человека. Люди должны принимать решения в любом месте и в любое время. Во время войны, в политике, в управлении бизнесом, при выборе автомобиля или квартиры и в тысячах других случаев.

Рассмотрим случай, когда потребителю необходимо произвести выбор, в основе которого стоит объемная продукция. По разным данным до 70-90% информации человек получает с помощью зрения. Остальное приходится на слух, осязание, обоняние и вкус. Конечно, эти цифры варьируются в зависимости от ситуации и конкретной личности, но их можно принять за средний показатель. То есть визуальное представление информации является одной из важнейших составляющих, влияющих на принятие решения при рассмотрении вариантов.

Для дальнейшего выбора нужно произвести визуализацию объектов, так как не всегда простое изображение удовлетворяет всем требованиям. Существует множество способов объемной визуализации объектов. К наиболее распространенным относятся: создание натурального макета, создание трехмерной модели за счет использования специализированного программного обеспечения (ПО), подготовка иллюстраций или видеоролика об объекте, прототипирование на 3D-принтере, использование технологии дополненной реальности.

Создание макета является трудоемким способом визуализации и требует больших затрат ресурсов, так как макет должен представлять собой масштабный и точный образ объекта проектирования. Конструкция макета может содержать неточности и быть довольно хрупкой, что делает проблемной её использования. К недостаткам способа макетирования относится отсутствие возможности оперативного внесения изменений, масштабирования и тиражирования.

Решить часть проблем макетирования позволяет способ трехмерной визуализации. В специальном ПО для проектирования разрабатывается

трехмерная модель с заданной степенью детализации. Для демонстрации модели используется подготовленный заранее визуальный образ модели в виде набора изображений или в формате видеоматериала. Недостаток такого решения в том, что пользователю для работы с объектом требуется специальное ПО, которое нельзя оперативно распространять, отслеживать изменение версий. Результат визуализации модели в данном подходе показывает только односторонний взгляд на модель. Видеоматериал требует детальной проработки сценария и также не дает возможности всестороннего полного изучения или анализа объекта [1-2].

Способ печати трехмерной модели на 3D-принтере позволяет обойти некоторые ограничения компьютерного анализа исследуемого или проектируемого объекта. При этом точность напечатанной модели будет ограничена техническими возможностями конкретной модели принтера. Изготовление печатной копии модели — это дорогостоящий процесс, себестоимость которого зависит от размеров модели, используемого материала и оборудования. Печать динамических элементов, таких как движущие части, требует оборудования высокого класса точности и достаточно высокую степень детализации трехмерной модели.

Таким образом, актуальной является задача разработки новых моделей, способов и подходов к визуализации информации и одним из них является дополненная реальность [2].

Дополненная реальность (Augmented Reality - AR) – технология, которая позволяет накладывать компьютерную графику или текстовую информацию на объекты реального времени. В отличие от виртуальной реальности, AR интерфейсы позволяют пользователям видеть в реальном мире внедренные виртуальные объекты и манипулировать ими в реальном времени.

Дополненная реальность позволяет построить и визуализировать трехмерную модель любой сложности через интерфейс камеры мобильного устройства. При этом осуществляется привязка модели по опорным точкам к заранее подготовленному изображению маркера. Благодаря возможностям данной технологии лицо принимающее решение (ЛПР) получает возможность просмотра, манипулирования и управления трехмерными моделями. Используемая трехмерная модель может быть анимированной и содержать различные интерактивные элементы, что открывает новые возможности по манипулированию и управлению изучаемыми объектами. Дополненная реальность позволяет просмотреть виртуальный объект на фоне реального окружения в реальном масштабе времени. Компания ИКЕА использует дополненную реальность в каталоге продукции, чтобы вдохновить своих потенциальных покупателей, дизайнеров и архитекторов. Трёхмерная визуализация объектов дает возможность просмотреть их в реальных условиях будущего интерьера [3-4]

## Моделирование приложений для изучения технологии

Опишем один из способов процесса разработки мобильных приложений с помощью методологии IDEF0.

Описание системы с помощью IDEF0 называется функциональной моделью. Функциональная модель предназначена для описания существующих бизнес-процессов, в котором используются как естественный, так и графический языки. Для передачи информации о конкретной системе источником графического языка является сама методология IDEF0.

Методология IDEF0 предписывает построение иерархической системы диаграмм - единичных описаний фрагментов системы. Сначала проводится описание системы в целом и ее взаимодействия с окружающим миром (контекстная диаграмма), после чего проводится функциональная декомпозиция - система разбивается на подсистемы, и каждая подсистема описывается отдельно (диаграммы декомпозиции). Затем каждая подсистема разбивается на более мелкие и так далее до достижения нужной степени подробности [5-7].

Построим структурную модель на основе IDEF0. На рис. 1 показана концептуальная модель.

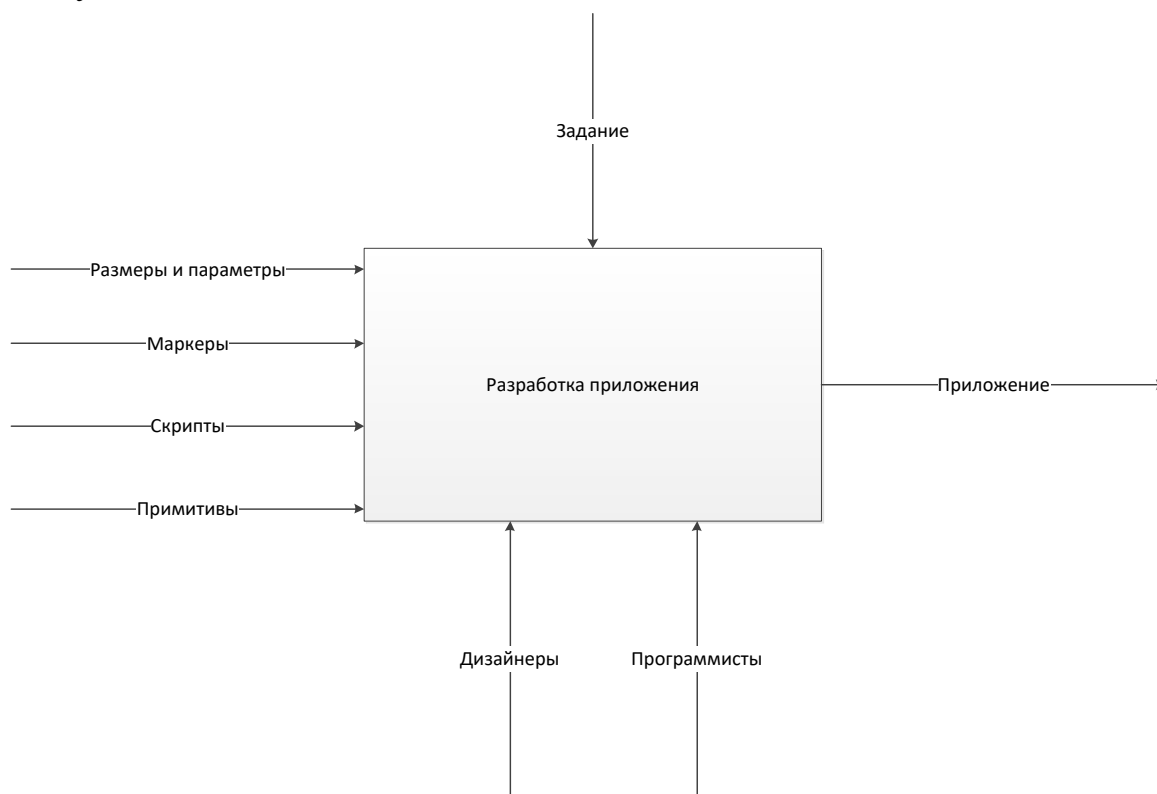


Рисунок 1 – Концептуальная модель

На данном рисунке можно увидеть, что в качестве входных данных берется: размер и параметры, примитивы, маркеры и скрипты. Задание рассматривается как управление. Механизмы — это программисты и дизайнеры. Выходными параметрами будет готовое приложение.

На рисунке 2 показана декомпозиция «Разработка приложения». Из рисунка видно, что она состоит из трех блоков. Проследим принцип работы.

Управлением для всех блоков будет “Задание”. Механизм “Дизайнеры” будет влиять на все работы, а “Программисты” только на “разработку идеи” и на “игровой движок”.

Первоначально разрабатывается сама идея будущего приложения. В результате получается определенная концепция будущего приложения, основываясь на которую происходит дальнейшая работа.

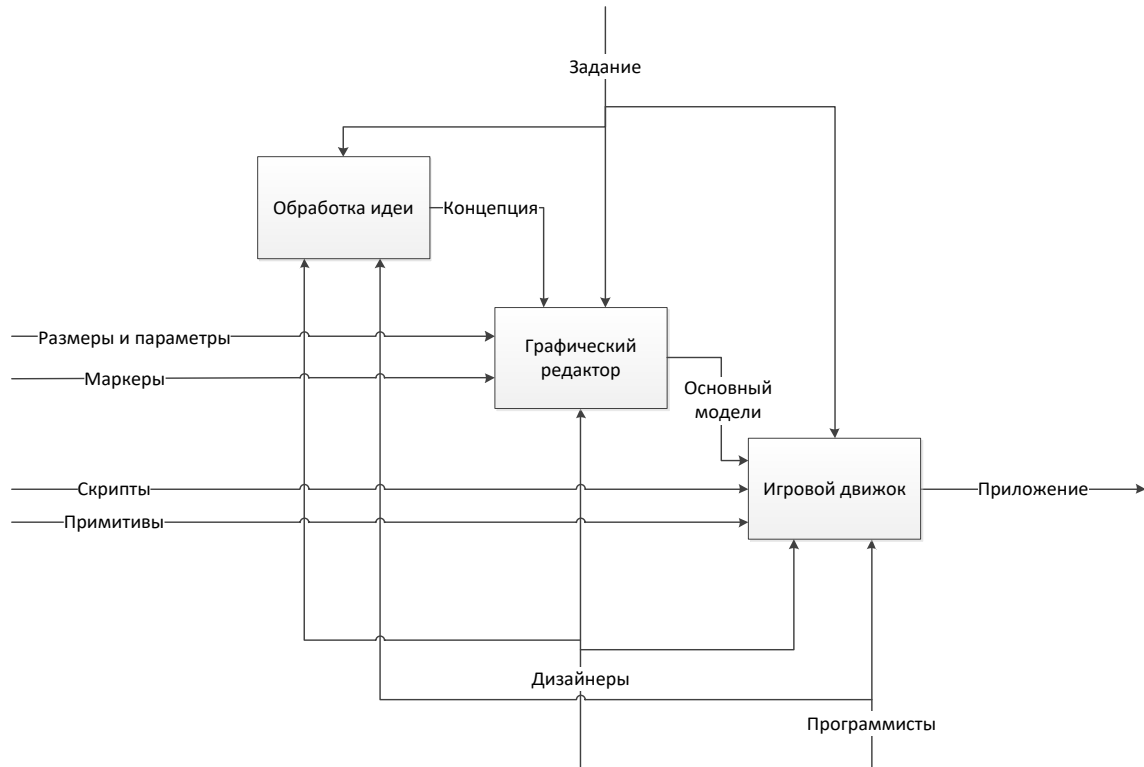


Рисунок 2 – Декомпозиция блока «Разработка приложения»

Если все работает так как нужно, остается провести компилирование проекта. На этом этапе выбирается платформа для исходного приложения, и провести ряд настроек для него, к примеру, разрешение экрана или горизонтальную ориентацию. По завершению процесса на выходе получается готовое приложение.

### Программная реализация

В результате работы было написано мобильное приложение, наглядно демонстрирующее технологию дополненной реальности.

Приложение разработано в среде Unity и предоставляет возможность упростить поставленный перед пользователем выбор, в данном случае в выборе входной двери. (рис. 3)

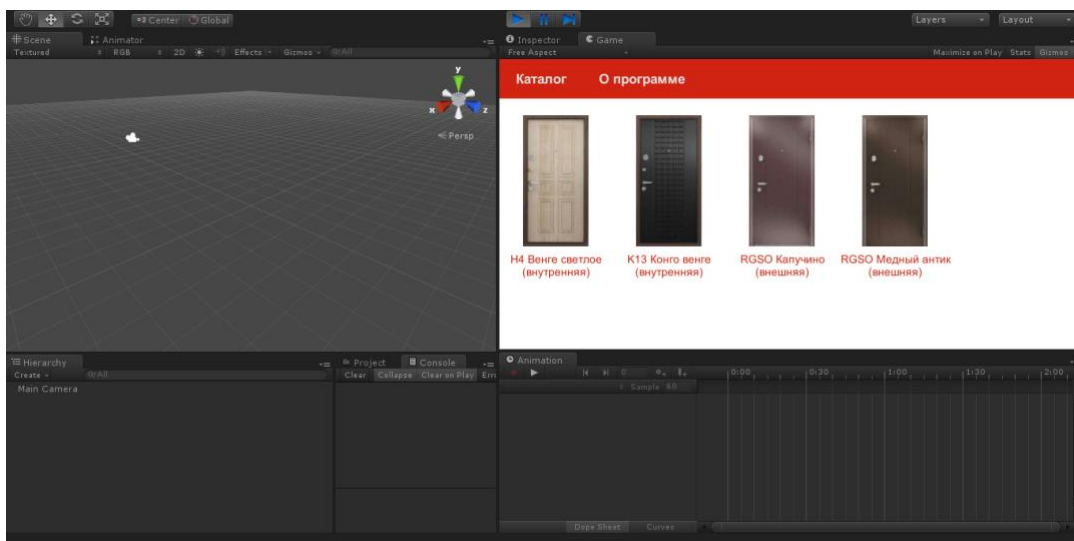


Рисунок 3 – Программная среда

Для работы с приложением необходимо распечатать маркер и прикрепить его к двери или стене рядом с ней. Далее наведя камеру мобильного устройства с предустановленным приложением на маркер. Теперь можно выбрать понравившуюся дверь из каталога и уже на экране мы увидим вместо маркера выбранную дверь как показано на рис. 4.

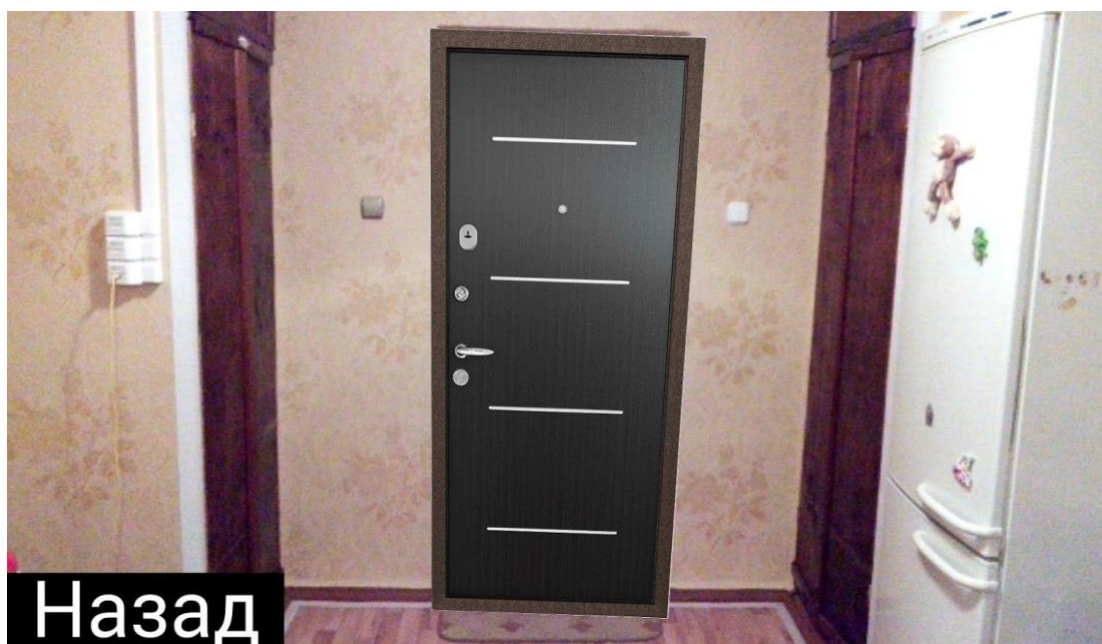


Рисунок 4 – Пример запуска приложения

Если модель двери не подходит по размеру его можно отмасштабировать или передвинуть посредством мультитача.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** В настоящий момент происходит рывок в развитии различных сферах информационных технологий, что также затронуло мобильные технологии и технологию дополненной реальности, в частности. Системы поддержки принятия решений с использованием технологии дополненной реальности позволяют принимать решения на основе визуального предоставления информации. При этом осуществляется возможность оценить объемные объекты на контрасте с окружающими реальными объектами.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-07-00449).*

### **Библиографический список**

1. Лежебоков А.А., Шкаленко Б.И. Дополненная реальность и «маркеры» по курсу «Информационные технологии», Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS– IT’13». Научное издание в 4-х томах. – М.: Физматлит, 2013. – Т.3. – С.353-358
2. Лежебоков А.А., Бова В.В., Шугушхов Х.М., Средства и технологии виртуального прототипирования для поддержки процессов автоматизированного проектирования, Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2013. № 5. С. 38-43
3. Лежебоков А.А., Кравченко Ю.А., Пащенко С.В., Особенности использования технологии дополненной реальности для поддержки образовательных процессов, Открытое образование. 2014. № 3 (104). С. 49-54
4. Лежебоков А.А., Курейчик В.В., Пащенко С.В., Новый подход к виртуальному обучению, Открытое образование. 2014. № 3 (104). С. 4-9
5. Лежебоков А.А., Шкаленко Б.И., Дополненная реальность и «маркеры» по курсу «Информационные технологии». Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS– IT’13». Научное издание в 4-х томах. – М.: Физматлит, 2013. – Т.3. – С.353-358
6. Волошин М. Дополненная реальность Технология. Возможности. Перспективы 2010. URL: <http://2011.rif.ru/upload/bb5/21apr.rif2010--voloshin.pdf>
7. Марков В.В., Шкаленко Б.И., Цырульникова Э.С. Применения технологии дополненной реальности: Проблемы и перспективы // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS– IT’17». Научное издание в 3-х томах. – 2017. – Т.3. – С.218-223.

# ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МООС КАК ОСНОВНОГО ИНСТРУМЕНТА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Лещанов Д.В.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

*Аннотация:* В статье рассматривается задача создания онтологической модели МООС, актуальных на современном уровне развития информационного технологий поддержки дистанционного обучения. Приведена логическая организация структуры МООС на основе семантических технологий: уровень предметных областей, уровень учебных материалов, уровень статистических данных по действиям пользователей в системе. Приведена формальная модель онтологии предметной области и алгоритм ее автоматизированного построения.

*Ключевые слова:* Онтологии, массовый открытый онлайн курс, системы дистанционного обучения.

**Введение.** Массовые открытые онлайн курсы (МООС – Massive Open Online Courses) – стремительно набирающая сегодня популярность технология поддержки электронного обучения – растёт количество поставщиков МООС, количество вузов-участников проектов, количество электронных курсов, количество обучаемых [1]. Наряду с количественным ростом наблюдаются и радикальные качественные изменения в области разработки технологии создания и сопровождения МООС в информационных средах распределенного обучения, которые базируются на использовании онтологии в качестве концептуальной модели предметной области [2, 3]. К основным чертам МООС можно отнести: строгую структурированность (наличие карты обучения, продуманная последовательность прохождения курсов); «порционность» подачи материала – даются только те сведения, которые необходимы для выполнения задания, теория тут же проверяется на практике; продуманная очерёдность заданий, чёткая траектория обучения; эксплицитность – (explicit - явный) – разъяснение целей всего курса и каждого задания. В данной работе рассматривается онтологический подход к созданию модели МООС, в котором онтология используется для задач структуризации, систематизации, организации контекстно-зависимого поиска [4]. Онтологическая модель МООС обеспечит представление информационных объектов знаний (в виде сети знаний и данных), их поиск и управляемую онтологией навигацию.

**1. Моделирование процессов поддержки дистанционного обучения на основе онтологического подхода.** В результате анализа открытых образовательных ресурсов, предметных областей и моделей существующих систем дистанционного обучения (СДО) выделено три логических уровня представления знаний на основе семантических технологий: уровень предметных областей, уровень учебных материалов, уровень статистических данных по действиям пользователей в системе [4, 5].

Уровни модели связаны друг с другом для обеспечения взаимодействия различных ресурсов системы. Таким образом, появляется возможность с помощью семантических связей между объектами различных уровней производить анализ предметных областей, учебных материалов и действий специалистов в системе. Логические уровни в СДО на основе семантических технологий представлены на рисунке 1.



Рис.1. Логическая организация структуры объектов знаний СДО

Уровень предметных областей является основой модели данных СДО и содержит информацию о предметных областях. На данном уровне хранится информация о концептах предметных областей и связях между ними.

Уровень учебных материалов (уровень МООС) содержит информацию необходимую для проведения учебного процесса. Уровень содержит данные по структуре образовательных программ, образовательным компетенциям, курсам, модулям, лекциям, теоретическому материалу, тестам, практическому материалу и медиа ресурсам. Сбор данных для этого уровня производится из разнородных хранилищ данных и открытых электронных библиотек. Связывание учебных материалов с концептами предметной области производится в полуавтоматическом режиме. Для связывания объектов могут быть использованы алгоритмы обработки естественного языка [4].

Уровень статистических данных по действиям пользователей в системе содержит результаты обучения специалистов и данные по активности и действиям пользователей в системе и за ее пределами. Статистика ведется в системе управления знаниями [6]. При ведении статистики может быть использована информация из сторонних источников, таких как социальные сети. Данные о действиях пользователя из различных социальных сетей могут быть агрегированы в одну онтологию для создания более полной картины деятельности пользователя в сети и его коммуникации с другими



пользователями. Связывание результатов обучения и статистических данных по действиям пользователей в системе с учебными материалами происходит в полуавтоматическом режиме алгоритмами систем управления знаниями.

Формальная модель онтологии ПрО представляется в виде тройки элементов [5]:

$$Ont = \langle X, R, F \rangle,$$

где  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n\}$ ,  $i = 1, \dots, n$ ,  $X$  – конечное множество концептов;

$R = \{R_1, \dots, R_m\}$ ,  $R \subseteq X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$ ,  $R$  – множество отношений между концептами;

$F: X \times R$  – конечное множество функций интерпретации, заданных на понятиях-объектах и/или отношениях онтологии  $Ont$ .

- $R_1$  – отношение наследования (отношение «класс-подкласс»);
- $R_2$  – отношение агрегации (отношение «часть-целое»);
- $R_3$  – отношение ассоциации (семантические отношения), обладающие свойством транзитивности.

В алгоритме построения онтологии предметной области (рисунок 2) последовательно строятся:  $X$  – конечное множество понятий заданной ПрО;  $R$  – конечное множество семантически значимых отношений между понятиями ПрО и  $F$  – правила интерпретации [5].

На рисунке приняты следующие обозначения:  $T$  – термины предметной дисциплины;  $F, R, X$  – конечные множества понятий, отношений и функций интерпретации;  $КТ$  – контрольные точки;  $КТ1$  – анализ на полноту сформированных списков терминов;  $КТ2$  – выполняется анализ “Список исчерпан?”  $X$ ;  $КТ3$  – выполняется анализ “Отношения установлены для всех пар?” ( $x_i, x_j$ );  $КТ4$  – выполняется анализ “Функции интерпретации определены для всех  $X$ ?”;  $КТ5$  – анализ на полноту и непротиворечивость онтологии ПрО методическим ориентирам.

Таким образом, онтология содержит совокупность терминов и правил, по которым можно построить достоверные утверждения о состоянии рассматриваемой ПрО.

**2. Формирование модели онтологии МООС.** Любой МООС можно представить как набор модулей, объединяющих в себе множества теоретических, практических, лабораторных занятий и тестов. При этом практические и лабораторные занятия основываются на теоретических (лекционных занятиях), а тесты могут предшествовать, завершать или быть частью любого занятия [3-5].

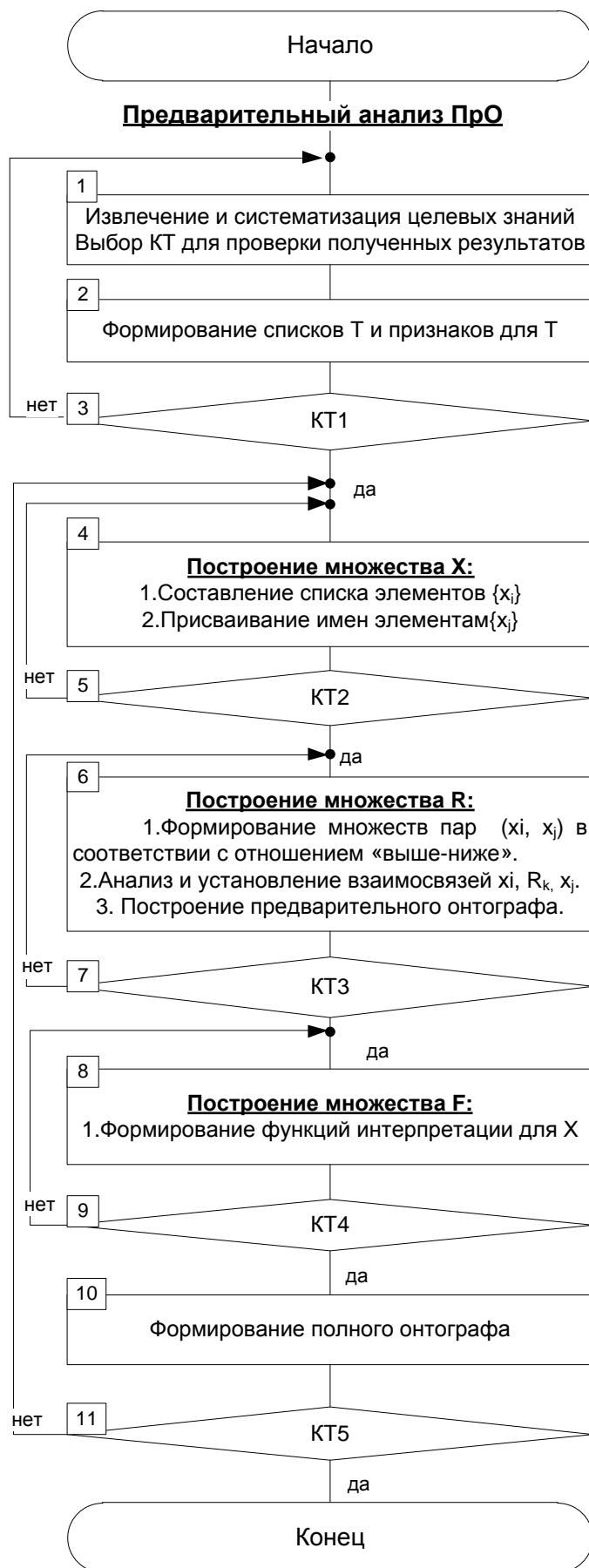


Рис.2. Схема обобщенного алгоритма построения онтологии ПрО

$$ELC = \{m_1 \rightarrow m_2 \rightarrow \dots \rightarrow m_n : m \in M\},$$

где  $ELC$  - ЭУК,  $M$  – множество модулей.  $M = \{l : l \in LecU (Lect \rightarrow Pract) \cup (Lect \rightarrow Lab) \cup (Lect \rightarrow Test)\}$ , где  $Lec$  – множество лекций,  $Pract$  – множество практических занятий, основанных на материале лекций,  $Lab$  – множество лабораторный занятий, основанный на материале лекций,  $Test$  – множество входных и итоговых тестов, основанных на материале лекций. Схематически учебный модуль MOOC представлен на рисунке 3.

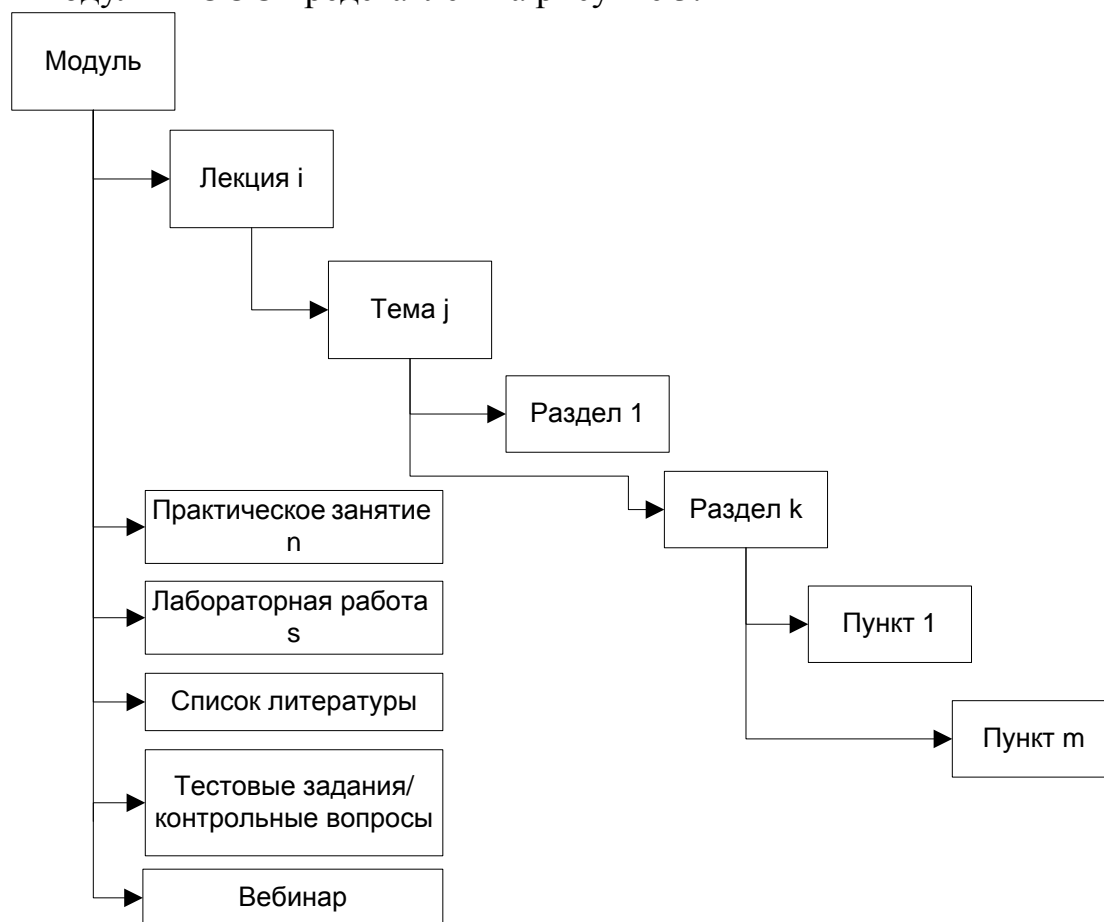


Рис.3. Обобщенная схема представления структуры модуля MOOC

Обычно ограничения на вложенность блоков не накладываются, но чаще всего используется не больше трех уровней иерархии в пределах 1 лекции – Тема, Раздел, Пункт. При этом любой блок MOOC (лекция, тема, раздел, пункт) может начинаться или завершаться блоком тестов либо содержать множество блоков тестов внутри. Материалы тестов зависят от содержания учебных материалов, то есть соответствие данного теста текущему учебному материалу имеет место, если задания теста и материалы занятия пересекаются. Внутреннее наполнение курса зависит от специфики материала и личных предпочтений разработчика. Таким образом, представленная структура является унифицированной и применима для предметной области знаний.

Онтология MOOC отражает общие принципы организации структуры предметной области и при этом определяет связи между объектами знаний. Учитывая то, что модуль MOOC в первую очередь является учебным материалом, важными объектами будут Направление, Тематика, Дисциплина.

Объекты Направление и Тематика курса, введены в онтологическую модель для избавления от семантического шума на первых этапах информационного поиска [4-6].

Для разработки онтологии предметной области был использован редактор онтологий Protégé 4.2. Онтология верхнего уровня представлена на рисунке 4.

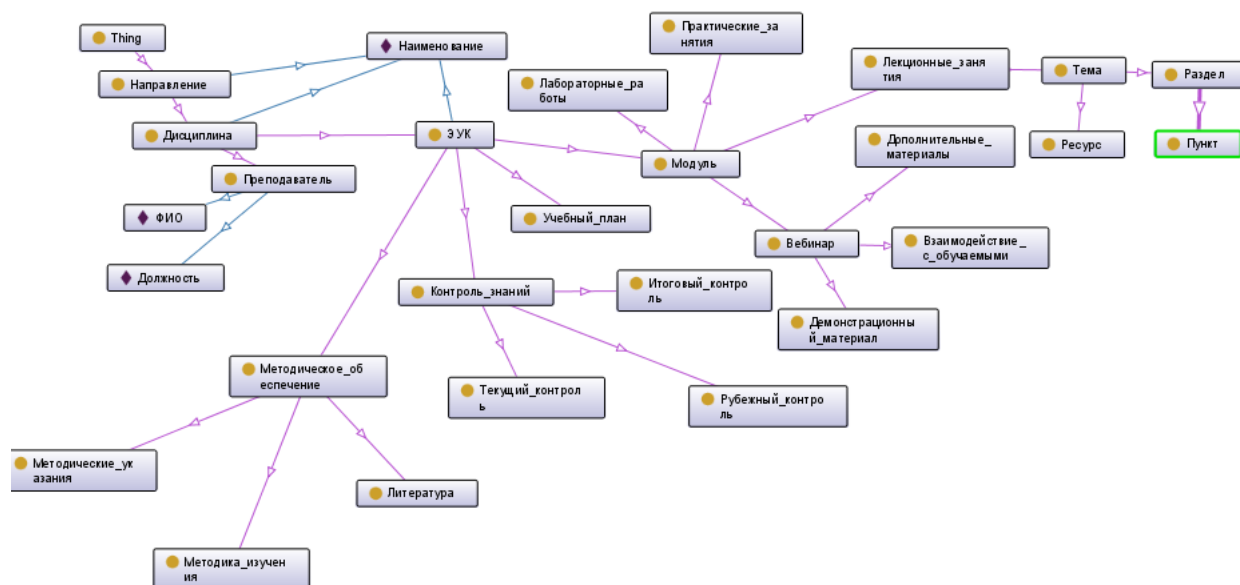


Рис.4. Фрагмент начальной онтологии учебного модуля MOOC

**Заключение.** Онтология MOOC позволяет описывать предметные области, используя готовые базы данных и таксономии. Модуль содержит информацию об отношениях между концептами предметной области, что позволяет производить анализ содержания предметной области и на основе данного анализа производить анализ содержания учебных материалов и действий слушателей учебных курсов в СДО.

### Библиографический список

1. Ившина Г.В., Кашина О.А., Устюгова В.Н., Архипов Р.Е. Системный подход в инновационном развитии вуза: опыт внедрения электронного обучения в КНИТУ-КАИ // Образовательные технологии и общество. Том: 21, № 2, 2018, стр. 414 – 423.
2. Кравченко Ю.А., Марков В.В. Онтологический подход формирования информационных ресурсов на основе разнородных источников знаний // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. № 7 (144). С. 116-120.
3. Бова В.В. Лещанов Д.В. Кравченко Д.Ю., Новиков А.А., Компьютерная онтология: задачи и методологии построения // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2014. №4 (19). С.44-55.
4. Бова В.В., Будковская Н.А., Лещанов Д.В., Кравченко Д.Ю. Классификация и систематизация ресурсов знаний в информационных системах: онтологический подход // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2015. №1 (21). С.27-39.

5. Бова В.В., Лещанов Д.В., Запорожец Ю.Ю., Курейчик Л.В. Онтологическое моделирование разнородных предметных знаний в интеллектуальных обучающих системах // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2016. № 4 (24). С. 60-70.

6. Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями (методы и технологии) / Под ред. В.З. Ямпольского – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 260 с.

## БИОИНСПИРИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПОЛНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ

Семушин Е.Ю., Семушина Н.С., Терещенко Д.Ю.  
Южный федеральный университет, аспирант, г. Таганрог

***Аннотация:** В статье рассмотрено решение задачи полной оптимизации маршрутов. Данная задача является одной из известных задач комбинаторной оптимизации. Она относится к классу NP-полных задач. В работе описана постановка задачи оптимизации маршрутов. В основу работы положен биоинспирированный алгоритм с модифицированными генетическими операторами, позволяющий находить эффективные решения в условиях выбранной геоинформационной среды. Алгоритм был реализован на языке Javascript и применен на картографическом сервисе “Google Maps”. Проведен вычислительный эксперимент. Проведенные экспериментальные исследования показали эффективность разработанного алгоритма, а также его эффективные настройки для получения эффективных решений. Временная сложность алгоритма имеет в среднем квадратичный порядок.*

***Ключевые слова:** Задача полной оптимизации маршрутов, биоинспирированный алгоритм, генетические операторы.*

### **Введение**

Качественное решение задачи полной оптимизации маршрутов в условиях современного мира является очень востребованным. В данной работе оптимизация маршрутов достигается за счет решения задачи оптимизации транспортной схемы таким образом, чтобы можно было обойти все транспортные пункты по одному разу, вернувшись при этом в предыдущий. Таким образом, решение данной задачи в этом частном случае сводится к решению задачи коммивояжера.

Задача коммивояжера (англ. Travelling salesman problem, tsp) – одна из самых известных задач комбинаторной оптимизации, заключающаяся в отыскании самого выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный

город [1–5]. В условиях задачи указываются критерий выгодности маршрута (кратчайший, самый дешёвый, совокупный критерий и т.п.) и соответствующие матрицы расстояний, стоимости и т.п. Как правило, указывается, что маршрут должен проходить через каждый город только один раз – в таком случае выбор осуществляется среди гамильтоновых циклов.

Задача о коммивояжере нашла широкое применение в инженерных приложениях. Она используется для проектирования ЭВА и РЭА, разводки коммуникаций, разработки архитектуры вычислительных сетей и др. Оптимизационная постановка задачи относится к классу NP-трудных задач, впрочем, как и большинство её частных случаев [1–5]. Версия «decision

problem» (то есть такая, в которой ставится вопрос, существует ли маршрут не длиннее, чем заданное значение  $k$ ) относится к классу NP-полных задач. Задача коммивояжера относится к числу трансвычислительных: уже при относительно небольшом числе городов (66 и более) она не может быть решена методом перебора вариантов. Кроме того, задача о коммивояжере (ЗК) имеет теоретическую ценность, являясь асимптотической оценкой исследования различных эвристических алгоритмов. В связи с этим необходимо разрабатывать различные эвристические подходы, основанные на биоинспирированном поиске [2, 5, 6].

#### **Постановка задачи.**

Пусть имеется транспортная сеть, представляющая собой граф  $G = (X, U)$ , где  $X$  – множество вершин (городов), а  $U$  – множество ребер (возможных путей). Дана матрица чисел  $R(i, j)$ , представляющая собой стоимость перехода из вершины  $x_i$  в  $x_j$ , число вершин и координаты каждого города на плоскости. Координаты каждого города на плоскости обозначим как:

$$\{g = (x, y)\}, i = \overline{1, n}.$$

Расстояние между городами обозначим как расстояние между двумя точками на плоскости:

$$S(g_i, g_j) = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}.$$

В качестве фитнес-функции примем функцию следующего вида:

$$\sum_{i, j \in P} S = S(g_i, g_j) \rightarrow \min$$

где  $P$  – множество всех связей в маршруте.

#### **Биоинспирированный алгоритм.**

Для решения задачи полной оптимизации маршрутов в статье предлагается использовать биоинспирированный алгоритм с модифицированными генетическими операторами. Структурная схема алгоритма представлена на рис.1. Работа биоинспирированного алгоритма состоит из нескольких этапов [3, 4, 6]: создание начальной популяции; процедуры кодирования и декодирования альтернативных решений; использование операторов кроссинговера, модифицированного оператора мутации, селекции, а также применение принципа элитизма.

Исходными параметрами в биоинспирированном алгоритме являются количество итераций, количество вершин, численность популяции, количество поколений и вероятности операторов мутации и кроссинговера.

Опишем работу каждого блока биоинспирированного алгоритма более подробно. Кодирование решений здесь происходит следующим образом: в каждую хромосому, количество генов которой совпадает с количеством вершин в графе, заносятся данные о порядке обхода вершин. В каждом гене хранится число от 1 до  $n$ , где  $n$  совпадает с количеством вершин в графе, но при этом никакие два гена не имеют одинаковых значений. То есть каждый ген несет в себе информацию о каждой вершине. Далее создается начальная популяция (множество альтернативных решений). Используя методы генетического

поиска, оценивается целевая функция начальных решений. На основе генетического оператора селекции происходит отбор лучших решений.

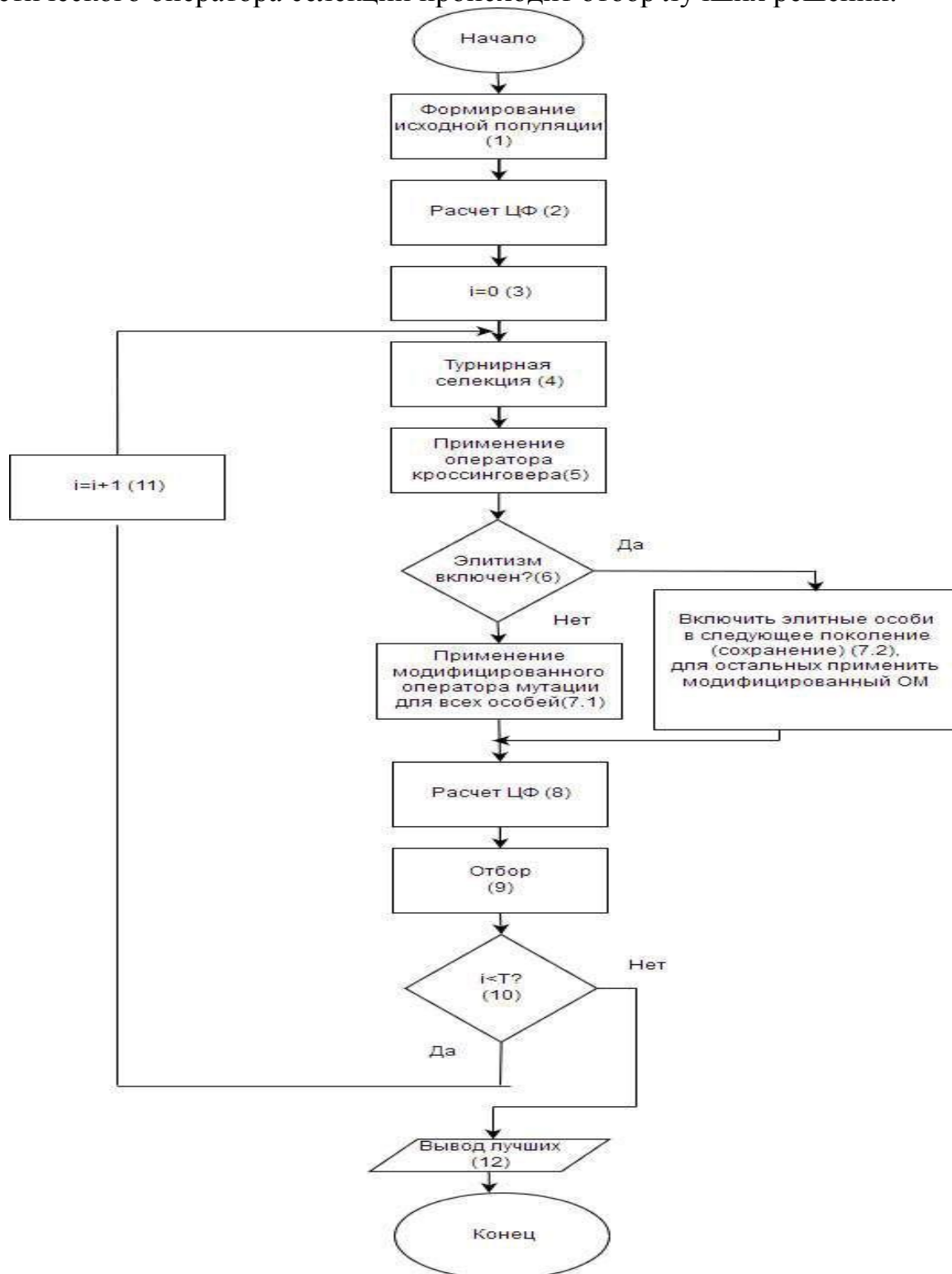


Рисунок 1 - Биоинспирированный алгоритм

Применяемые методы селекции в биоинспирированном алгоритме и их модификации [3], а также применение принципа элитизма, дают возможность в большинстве случаев частично решить проблему предварительной сходимости.

Далее применяется оператор кроссинговера и модифицированный оператор мутации. Модификация заключается в том, что, анализируя ту или



иную вершину, мы проверяем смежные с ней вершины. Если путь от смежной вершины к пункту назначения короче, чем путь от выбранной вершины к пункту назначения, то эти вершины меняются местами

Потом производится оценка ЦФ полученного множества решений. Основываясь на полученных данных, происходит поиск решений в лучших окрестностях (с лучшими значениями ЦФ).

Следующий шаг проверяет, улучшилось ли решение, если да, то продолжаем работу далее, если же нет идет применение локального поиска. Биоинспирированный алгоритм применяется до тех пор, пока не будет выполнено заданное количество итераций.

### **Вычислительный эксперимент.**

Для подтверждения эффективности разработанного алгоритма была создана программная среда решения задачи полной оптимизации маршрутов. При построении комплекса программ использовались библиотеки JQuery, Math JS Library, Ecma Script JS, а также Chart JS . Отладка и тестирование разработанных алгоритмов выполнялось на компьютере типа IBM PC с процессором core i5. Проведен вычислительный эксперимент. Были проведены исследования качества решения для разного набора тестовых примеров, различающихся количеством вершин графа [1, 3]. Для сравнения был использован итерационный алгоритм решения данной задачи, примененный на картографическом сервисе “Google Maps”. Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований

| Количество городов | Генетический алгоритм | Биоинспирированный алгоритм |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 2                  | 52 800                | 55 100                      |
| 5                  | 63 600                | 74 300                      |
| 6                  | 143 000               | 148 500                     |
| 8                  | 348 100               | 360 500                     |
| 9                  | 640 800               | 646 800                     |
| 10                 | 917 800               | 923 600                     |

К сожалению, сервис “Distance Matrix Api” от Google в своей бесплатной версии не позволяет строить маршруты больше, чем для 10 пунктов, поэтому экспериментальные исследования были проведены для десяти городов.

### **Заключение**

В работе представлен подход к решению задачи полной оптимизации маршрутов, которая остается актуальной и с практической, и с теоретической точки зрения. Был разработан биоинспирированный алгоритм, позволяющий получать более эффективные решения в рамках выбранной геоинформационной среды.

Разработана программная среда на языке Javascript. Для проведения вычислительного эксперимента была использована библиотека canvas.min.js.

Проведенные серии тестов и экспериментов позволили уточнить теоретические оценки временной сложности алгоритмов. Временная сложность алгоритма составляет –  $O(n^2)$ .

#### **Библиографический список**

1. Шаропин К.А., Берестнева О.Г., Шкатова Г.И. Визуализация результатов экспериментальных исследований // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 316, №. 5. – С. 172-176.
2. Авербух В.Л. К теории компьютерной визуализации // Вычислительные технологии. – 2005. – С. 21-51.
3. Heermann Ph.D. Production Visualization for the ASCI One TeraFLOPS Machine // Proceedings of the 9th Annual IEEE Conference on Visualization, Oct 18-23 1998, ACM Press, New York, 1998. – P. 459-482.
4. Самарский А.А. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент // Вестник АН СССР. – 1979. – С. 38-49.
5. Vova V.V., Lezhebokov A.A., Gladkov L.A., Problem-oriented algorithms of solutions search based on the methods of swarm intelligence // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Т. 27, № 9. – С. 1201-1205.
6. Терещенко Д.Ю., Цырульникова Э.С., Лебединский А.Е. Биоинспирированный подход к решению задач конструкторского проектирования // Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности. Южный федеральный университет. сборник статей III Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 51-55.
7. Холопова Н.В., Дьяченко М.А. Биоинспирированный подход решения задачи размещения // Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности. Сборник статей I Всероссийской научно-технической
8. Кравченко Ю.А., Лежебоков А.А., Запорожец Д.Ю. Способы интеллектуального анализа данных в сложных системах // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2012. – № 3. – С. 52-57.
9. Кравченко Ю.А., Марков В.В. Принятие решений в интегрированных информационных моделях на основе метода анализа иерархий // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 11 (136). – С. 212-216.

## МЕТОД И ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Беликов А.Н., Шевченко О.В.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

***Аннотация:** Проблема согласования точек зрения на целевую разрабатываемую систему, часто неразрывно связана с проблемой взаимопонимания заинтересованных сторон в процессе разработки информационных систем. Главной проблемой отсутствия взаимопонимания является, то что согласование происходит между эмпирически полученными формами знаний (понятий) и как правило данные формы практически невозможно согласовать. В работе предлагается модель получения формы знаний, и производить согласование не эмпирически полученных форм знаний, а согласование процессов их организации. В статье представлены аспекты, из которых состоит модель получения форм знаний, а также метод. В основе предлагаемого метода проектирования ИС лежит понятие смысловой абстракции, которая представляет собой процедуру объективизации процедур, и состоит из процедур организации отдельных свойств и функции организации процедур. Такая смысловая абстракция позволяет переходить от одних предметных знаний к другим за счет объективизации одних знаний (свойств) через другие.*

***Ключевые слова:** этапы разработки, метод, процедура организации форм, смысловая абстракция, механизм действия.*

**Введение.** Процесс разработки сложных технических систем требует взаимодействия между несколькими техническими дисциплинами, полномочия над которыми распределены между множеством экспертов. Проблема согласования точек зрения на целевую разрабатываемую систему, часто неразрывно связана с проблемой взаимопонимания заинтересованных сторон в процессе разработки информационных систем, как частного случая сложных технических систем, является одной из основополагающих на сегодняшний день. Качество ее решения в каждом случае напрямую связано с соблюдением сроков, бюджета проекта, а также выполнением требований заказчика. По данным различных исследований менее половины проектов по созданию сложных технических систем являются успешными и не превышают бюджета. Согласно исследованиям, 70% всех выполняемых проектов являются убыточными, а свыше 30% проектов из них, вообще не доходят до завершения [1].

**Анализ современных методов.** Исследователи по всему миру связывают причины появления проблемы взаимопонимания заинтересованных сторон с отсутствием знаний о специфике различных предметных областей, относящихся к различным этапам проектирования системы. Причиной

сложившейся ситуации является несогласованность образа целевой системы, которая возникает из-за недопонимания между заказчиком и разработчиком. Подавляющее большинство современных исследований и практических разработок направлены на решение проблемы взаимопонимания между двумя участниками жизненного цикла информационных систем, находящимися на соседних его этапах.

По этой причине создаются методы, подходы и инструментальные средства для извлечения и передачи смысла между субъектами из двух разных предметных областей [3-5].

Однако это не позволяет решить проблему глобально, о чем свидетельствует упомянутая статистика. Аналитик, воспользовавшись самыми передовыми методами и техниками, может получить до 100% достоверное описание пожеланий заказчика (требования), однако он по-прежнему не является ни специалистом предметной области, ни проектировщиком (программистом). В этой связи, не обладая на сегодняшний день инструментами для документирования смысла системы с целью его дальнейшей передачи на последующие этапы жизненного цикла, он транслирует полученные от заказчика знания о предметной области вместе с набором требований через новый набор средств, обеспечивающий его взаимопонимание с проектировщиком. При таком подходе очевидна потеря важных для успешной реализации проекта аспектов предметной области и целевой системы. Таким образом, проблема согласования точек зрения заинтересованных сторон, устранения противоречий и недопонимания между участниками этапов жизненного цикла информационной системы является актуальной и ведет к значительному росту проектных рисков [5].

Несмотря на отдельные удачные попытки решения проблемы взаимопонимания между двумя соседними участниками жизненного цикла ПО, все указанные выше подходы обладают одним существенным недостатком – создаваемые инструменты не согласуются между собой, и, что самое важное, не позволяют единожды зафиксировать смысл (семантику) системы и передавать её через все этапы жизненного цикла. Это обуславливает актуальность разработки новых подходов к формулировке, документированию и использованию единой эволюционной семантической модели целевой системы на всех этапах жизненного цикла.

В статье предлагается решение данной проблемы и новый взгляд на проектирование информационных систем в целом. Предлагаемый подход направлен на формализацию процесса проектирования свойств и функций системы и удаление эмпирической составляющей присутствующих в настоящее время при проектировании ИС.

При разработке информационных систем важнейшую роль играет соответствие пользовательских свойств и свойств (функций) системы. [8] В настоящее время существующие методы и подходы не описывают переход от одного вида свойств к другому, и как правило данный переход происходит эмпирически.

**Пространственное проектирования ИС.** Главной проблемой отсутствия взаимопонимания является, то что согласование происходит между эмпирически полученными формами знаний (понятий) и как правило данные формы практически невозможно согласовать. Необходим принципиально иной взгляд на синтез сложных технических систем. Предлагается создать модель получения формы знаний и производить согласование не эмпирически полученных форм знаний, а согласование процессов их организации. При согласовании процессов – согласовываются формы знаний.

Основная идея состоит в рассмотрении компонента системы (формы знания) как процедуры, вернее процесса или средства его получения [6]. Таким образом, форма знания приобретает два аспекта – структурный в виде бессодержательного строения средства и содержательный. Структурный определяет предназначение формы знания в контексте информационной системы (сбор данных, вычисление значений, обработка взаимодействия с пользователем и пр.) и выражается структурой средства, состоящего из характеристик: элементы, функции, инструменты, результат. Содержательный аспект определяет воплощение понятия в конкретной среде (модель данных, технология организации пользовательского интерфейса, способ выполнения вычислительных операций) и выражается в конкретных значениях характеристик средства. Компоненты системы (средства создания понятия) должны образовывать органическое единство. Это означает, что в целевой системе, равно как и в исходной смысловой модели, должно быть достигнуто согласование компонентов. Под согласованием компонентов понимается отсутствие связей в виде интерфейсов (преобразователей), а установление взаимопроникновения средств создания понятий. Единственной формой взаимопроникновения средств создания понятий является пересечение по характеристикам различных средств.

Гипотеза состоит в том, что в основу единообразного представления и понимания описания смысла целевой системы положена некоторая общность не понятий и отношений между ними, а совокупность строений средств по созданию понятий различных уровней проектирования и правила организации их взаимопроникновения [7]. Данная общность средств и правил представляет собой пространство возможности по созданию процессов проектирования объектов. Под смыслом отдельного понятия понимается средство по его созданию. Используя данную общность можно построить строение средства (смысла) создаваемой целевой информационной системы в виде определенной последовательности взаимопроникающих средств создания отдельных понятий (смысл системы создать из смыслов понятий). На ранних этапах жизненного цикла данная общность за счет своего строения взаимопроникающих средств дает представление о процессе создания целевых свойств систем данного вида. На дальнейших этапах жизненного цикла ответственные специалисты (эксперты своей предметной области) заполняют сформированное строение содержанием (конкретными сущностями, атрибутами, функциями и пр.), а также расширяют строение новыми средствами, если того требует технология.

Для этого необходима разработка семантической модели целевой системы на основе базовой (смысловой) абстракции строения средства (смысла) по созданию понятия (рис. 1).

Организованное взаимопроникновение образует органическое единство средств создания отдельных понятий различных этапов жизненного цикла, которое обеспечит их взаимную согласованность. Такое согласованное единство взаимопроникающих строений средств создания понятий из различных этапов жизненного цикла является строением процесса проектирования систем данного вида, которое можно считать методологическим фреймворком.

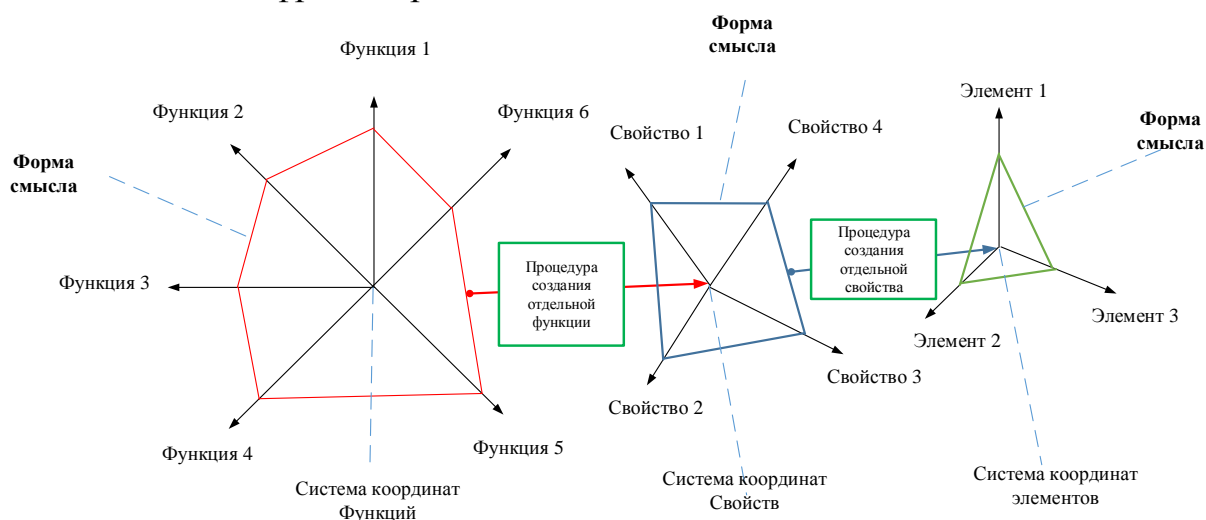


Рис. 1 – Строение базовой (смысловой) абстракции.

Методологическим фреймворк является в силу того, что в качестве средств могут использоваться и методологические средства. Концепция методологического фреймворка состоит в разделении процесса создания информационной системы на три этапа:

1) Создание пространства возможностей по созданию конкретной информационной системы. Пространство возможностей представляет собой граф, в котором вершинам соответствуют средства создания понятий (компонентов системы) выражаемые, например строением действия, а ребрам – возможные связи между средствами. Таким образом размечаются допустимые рамки для состава и структуры информационных систем данного вида. [9]

2) Разработка строения процесса создания системы в виде строения организованного взаимопроникновения средств создания отдельных понятий из различных этапов жизненного цикла. На данном этапе эксперты из различных технических дисциплин и стадий жизненного цикла формируют согласованное представление будущей системы. Согласованное представление является графом особой формы, в котором ребра вырождены, а наличие связи между двумя вершинами, являющимися средствами создания отдельных понятий, представляется пересечением вершин по отдельным характеристикам действия (взаимопроникновением). Важно заметить, что строение не обладает содержанием (конкретикой), в нем указывается только типизация характеристик действия по созданию понятий.

3) Согласованное заполнение строения процесса создания системы. На данном этапе эксперты из различных технических дисциплин и стадий жизненного цикла заполняют строение процесса создания системы конкретными значениями характеристик действия, тем самым разрабатывают конкретную информационную систему.

**Метод проектирования ИС на основе смысловой абстракции.**

В основе предлагаемого метода проектирования ИС лежит понятие смысловой абстракции (рис. 1), которая представляет собой процедуру объективизации процедур, и состоит из процедур организации отдельных свойств и функции организации процедур. Такая смысловой абстракция позволяет переходить от одних предметных знаний к другим за счет объективизации одних знаний (свойств) через другие.

Смысловая абстракция представляет собой многомерную систему координат, где оси координат — это свойства рассматриваемого объекта. В зависимости от уровня представления будем разделять свойства на два типа:

1. Пользовательские свойства;
2. Свойства системы.

Сначала продукт (объект) представляется пользовательскими функциями (т.е. конечный пользователь описывает предметную область, через совокупность свойств). Далее строится пространственная функция, которая описывает взаимосвязь определённых свойств продукта. Для перехода к системным свойствам используется процедура объективизации, которая позволяет организовывать функции уже через системные свойства нижележащего уровня. Процедура объективизации продолжается до тех пор, пока не доходим до элементов системы.

Рассмотрим модель средства (процедуры) создания знаний более подробно (рис. 2).

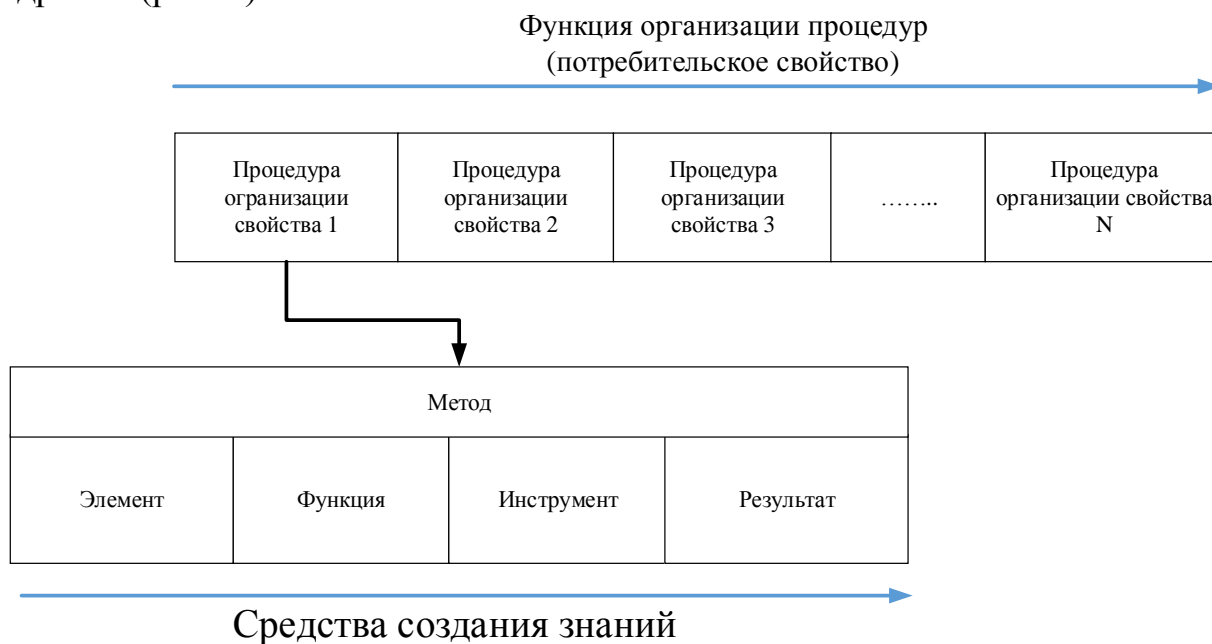


Рис. 2 – Модель средства создания знаний.

Для этого выделим три основные составляющие, рассматриваемы в данной модели:

- Знание представляется в виде процесса конструирования действия.
- Через эти действия знания приобретают форму объекта.
- Любое действие (или механизм действия) представляет собой четверку характеристик: элементы (Э), функции (Ф), инструменты (И) и результат (Р))

Следовательно, данную модель представим в виде метода:

1. Подход организует действие из элементов С1, С2, С3, которые в свою очередь формируют результат Р. Действия С1, С2, С3 представляют собой возможное знание.

2. Форма знания создается из объектов с помощью методологии. Методология (М1, М2, М3) в таком случае есть средство втягивания объектов в форму знания.

3. Действия М1: А1, А2, А3; М2: В1, В2, В3; М3: Е1, Е2, Е3 формируют действия по созданию соответственно С1, С2, С3. Данный этап позволяет получать форму знания, т.е. конкретные модели с содержанием.

Таким образом, для получения знания, субъекту (эксперту предметной области) необходимо сконструировать свои действия (свое знание сформирует в виде действия), а далее этому знанию, через эти действия передают форму объекта.

**Заключение.** Главными отличиями предлагаемой идеи от известных подходов являются:

1) Представление единого процесса создания систем данного вида как органического единства строений взаимопроникающих средств (представление смысла) создания понятий различных этапов проектирования, и последующее использование строения процесса создания системы всеми участниками всех этапов жизненного цикла для создания конкретных систем данного вида;

2) Рассмотрение смысла целевой системы как строения процесса ее создания, а не описания эмпирически созданных или, что чаще, необходимых к созданию частей системы и их взаимосвязи, как это делается на сегодняшний день.

Предложенные в данной статье метод и модель пространственного проектирования, должны позволить описывать пользовательские свойства и получать из них соответствующие системные свойства, а далее и модель системы

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-07-00098*

### **Библиографический список**

1. Standish Group 2015 Chaos Report – Q&A with Jennifer Lynch, URL: <https://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015> (дата обращения: 15.03.2018).
2. Chanron V, Lewis K. A study of convergence in decentralized design processes. Res Eng Des. 2005 Dec;16(3):133–45.



3. Austin-Breneman J, Yu BY, Yang MC. Biased information passing between subsystems over time in complex system design. 2014 Aug 17;V007T07A023.
4. Li F, Wu T, Hu M. Design of a decentralized framework for collaborative product design using memetic algorithms. Optim Eng. 2014 Sep;15(3):657–76.
5. Беликов А.Н. Исследование проблемы несоответствия моделей предметной области и моделей разрабатываемой информационной системы // сборник трудов МНПК «Технологии разработки информационных систем» ТРИС-2015, ЮФУ. 2015. С. 305-308.
6. Рогозов Ю.И. Проблемы системного представления объекта // Информатизация и связь. 2015. № 3. С. 10-14.
7. Беликов А.Н., Рогозов Ю.И. Методологическая модель для согласования этапов разработки информационной системы // Информатизация и связь. 2017. № 4. С. 61-64.
8. Беликова С.А. Метод проектирования интерфейса информационных систем на основе содержания деятельности пользователя в предметной области // Информатизация и связь. 2018. № 4. С. 104-108.
9. Belikova S., Belikov A. About the approach to spatial design on the example of user interface development // Innovative technologies and didactics in teaching: collected papers. 2017. С. 130-133.

# ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ МЕТОДОМ EIGENFACE

Кучерова М.С.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

***Аннотация:** В статье приведены результаты исследования качества распознавания лиц различными реализациями метода EIGENFACE. Оценки произведены на основе известных датасетов. Приводится краткая характеристика метода и особенности его реализации.*

***Ключевые слова:** распознавание лиц, оценка, eigenface, исследование, датасет.*

***Abstract:** The article presents the results of the study of the quality of facial recognition by various implementations of the EIGENFACE method. Estimates are based on known datasets. A brief description of the method and features of its implementation are given.*

***Keywords:** face recognition, assessment, eigenface, research, dataset.*

## **Введение**

Распознавание лиц заняло значительное место среди наиболее часто используемых приложений обработки изображений, кроме того, наличие жизнеспособных технологий в этой области во многом способствовало этому. Несмотря на быстрый прогресс в этой области, ему по-прежнему приходится преодолевать различные проблемы, такие как старение, частичная окклюзия, мимика [1]. Любая система распознавания лиц состоит из трех основных частей: предварительной обработки, выбора признаков и классификации [2]. Основу каждой системы составляет определенный метод, способный наилучшим образом решать одну или несколько существующих проблем распознавания.

Рассмотрим далее реализации одного из важнейших существующих методов, который используется для решения проблем распознавания лиц – Eigenface. Используя существующие базы данных изображений (FERET, Yale Face Database, AR Database и др. [3]) проведем сравнительную оценку качества распознавания.

## **Оценка точности реализаций метода Eigenface**

Метод Eigenface (дословно – собственное лицо) [4] является одним из популярных решений в области распознавания лиц и также носит название анализом собственных векторов или главных компонент (РСА). Его идея состоит в следующем. Различия между несколькими гранями измеряются с

помощью собственных векторов [5]. Эти собственные векторы [6] вычисляются по ковариационной матрице. В результате формируется набор «собственных лиц», которые рассчитываются путем измерения расстояния между ключевыми чертами человеческих лиц и позволяют описать лицо персоны в машинно-обрабатываемой форме. К числу ключевых особенностей относится кончик носа, уголки рта и глаз и края подбородка.

Обобщенное представление метода Eigenface показано на рисунке 1.

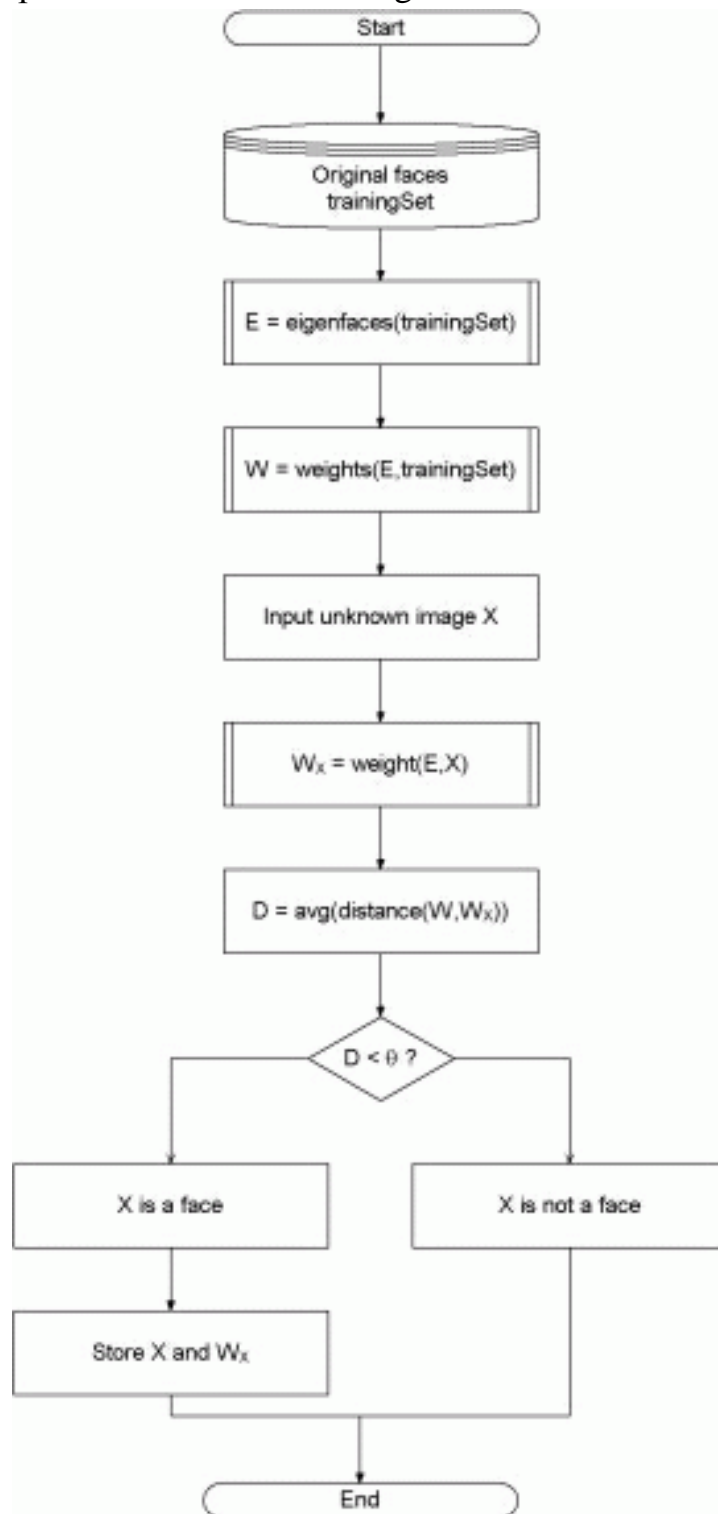


Рис. 1 – Обобщенное представление метода Eigenface

Метод Eigenface был введен Сировичем и Кирби в 1987 году [7]. Позже он была успешно использован Турком и Пентландом [8] для распознавания лиц. Применение PCA уменьшает размерность пространства лица, и остается только та часть, которая важна для распознавания лица. Исследуемые лица проецируются на это уменьшенное пространство граней [9] («пространство признаков»).

Для данного алгоритма необходима предварительная обработка изображения необходима, в первую очередь она применяется для уменьшения эффекта освещения [10,11]. Системы распознавания лиц, основанные на алгоритме Eigenface, обычно хорошо работают с изображениями, содержащими лицо в фас, однако некоторым исследователям удавалось идентифицировать лицо в разных позах [12-14]. В литературе также встречаются гибридные подходы, использующие Eigenface и искусственные нейронные сети [14]. Выбор оптимального порогового значения для распознавания лиц имеет решающее значение для повышения производительности системы распознавания лиц с использованием метода Eigenface [15]. Далее приведены результаты сравнения реализации алгоритма EigenFace (табл. 1).

| Авторы реализации                   | Год  | База данных                               | Используемые техники                          | Точность                     |                      |                          |
|-------------------------------------|------|---|---|------------------------------|----------------------|--------------------------|
|                                     |      |   |   | Количество главных компонент | Эвклидово расстояние | Манхэттенское расстояние |
| Slavković et al [16]                | 2012 | ORL Face Database                         | PCA Eigen Faces                               | 5                            | 77.5%                | 80%                      |
|                                     |      |   |   | 20                           | 97.5%                | 97.5%                    |
|                                     |      |   |   | 190                          | 97.5%                | 97.5%                    |
| Rahman, Armanadurni Abd, et al [17] | 2014 | -   | PCA Eigen Faces                               | 70%                          |                      |                          |
| Saha, Rajib et al. [18]             | 2013 | FRAV Face Database                        | Eigen Face                                    | 96%                          |                      |                          |
| Thakur, S., et al. [19]             | 2008 | AT&T Face Database, UMIST Face Database   | PCA, Сеть радиально-базисных функций          | 94.10%                       |                      |                          |
| Aishwarya, P. et al. [9]            | 2010 | RICE Face Database                        | Множественные подпространства собственных лиц | 94.8%                        |                      |                          |
| Agarwal, Mayank, et al. [14]        | 2010 | Olivetti Face Database, ORL Face Database | PCA, нейронные сети прямого расширения        | 97.018%                      |                      |                          |
| Gupta, Sheifali, et al. [15]        | 2010 | ORL Face Database                         | Eigen Face                                    | 97%                          |                      |                          |

## Заключение

Метод Eigenface в действительности обеспечивает практическое решение проблемы распознавания лиц. Он является быстрым, простым в реализации и достаточно точным. Метод Eigenface имеет много практических применений, например, в системах безопасности, контроля доступа, обработки изображений

и фильмов, криминальной идентификации и взаимодействия человека с компьютером. Однако самым главным его ограничением, препятствующим широкому использованию, является жесткая зависимость от ракурса лица на изображении. Многие исследователи предпринимают попытки решения данной проблемы с использованием искусственных нейронных сетей, что дает высокие результаты качества распознавания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sharif M., Mohsin S., Hanan R., Javed M. and Raza M., "Using nose Heuristics for Efficient face Recognition", Sindh Univ. Res. Jour. (Sci. Ser.) Vol.43 (1-A), 63-68,(2011)
2. Sharif, M.; Ayub, K.; Sattar, D.; Raza, M.; Mohsin, S. "Enhanced and Fast Face Recognition by Hashing Algorithm." Journal of Applied Research and Technology 10, no. 4 (2012): 607-617.
3. Phillips, P. Jonathon, et al. "The FERET database and evaluation procedure for face-recognition algorithms." Image and vision computing 16.5 (1998): 295-306.
4. Matthew Turk, "Eigen-faces and Beyond," In W. Zhao and R. Chellappa (eds.), Face Processing: Advanced Modeling and Methods, Academic Press, 2005
5. Sharif M., Mohsin S. and Javed M. Y., "A Survey: Face Recognition Techniques", Research Journal of Applied Sciences, 4, (2012)
6. [http://en.wikipedia.org/wiki/Eigenvalues\\_and\\_eigenvectors](http://en.wikipedia.org/wiki/Eigenvalues_and_eigenvectors)
7. L. Sirovich and M. Kirby, "Low dimensional procedure for the characterization of human faces," Journal of Optical Society of America, Vol. 4, No. 3, pp. 519-524, 1987.
8. Turk, Matthew A., and Alex P. Pentland. "Face recognition using eigenfaces." Computer Vision and Pattern Recognition, 1991. Proceedings CVPR'91., IEEE Computer Society Conference on. IEEE, 1991.
9. Aishwarya, P., and Karnan Marcus. "Face recognition using multiple eigenface subspaces." Journal of Engineering and Technology Research 2.8 (2010): 139-143
10. Rizon, Mohamed, et al. "Face recognition using eigenfaces and neural networks." (2006).
11. Kirby, M. and L. Sirovich, 1990. Application of the Karhunen-Loève procedure for the characterization of human faces. IEEE T. Pattern Anal., 12: 831-835.
12. Manjhi, Raju, Syed Jaffar Abbas, and Amrita Priyam. "Face Recognition using Eigenface."
13. Tayal, Yogesh, Pramod Pandey, and D. B. V. Singh. "Face Recognition using Eigenface." International Journal of Emerging Technologies in Computational and Applied Sciences (IJETCAS) 3.1: 50-55.
14. Agarwal, Mayank, et al. "Face recognition using eigen faces and artificial neural network." International Journal of Computer Theory and Engineering 2.4 (2010): 1793-8201.

15. Gupta, Sheifali, et al. "A new optimized approach to face recognition using eigenfaces." *Global Journal of Computer Science and Technology* 10.1 (2010).
16. Slavković, Marijeta, and Dubravka Jevtić. "Face recognition using eigenface approach." *Serbian Journal of electrical engineering* 9.1 (2012): 121-130.
17. Rahman, Armanadurni Abd, et al. "Human Face Recognition: An Eigenfaces Approach." *International Conference on Advances in Intelligent Systems in Bioinformatics* (2013). Atlantis Press, 2014.
18. Saha, Rajib, and Debotosh Bhattacharjee. "Face Recognition Using Eigenfaces." *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* 3, no. 5 (2013).
19. Thakur, S., et al. "Face recognition using principal component analysis and RBF neural networks." *Emerging Trends in Engineering and Technology*, 2008. ICETET'08. First International Conference on. IEEE, 2008.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДАННЫХ ИЗ ГЕТЕРОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Кучерова М.С.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

***Abstract:** В процессе анализа данных существует проблема их сбора и подготовки, которая, в свою очередь, связана с интеграцией гетерогенных как по структуре, так и по формату представления источников. Техническое решение проблемы состоит в использовании ETL-систем, автоматизирующих операции извлечения, трансформации и загрузки данных в хранилище по жестко определенным правилам. На сегодняшний день научные исследования в области технологий извлечения и загрузки данных из гетерогенных источников сосредоточены на повышении производительности и документировании семантики процесса для повторного его воспроизведения. В статье представлены результаты обзора и анализа актуальных решений в области извлечения гетерогенных данных.*

***Index Terms:** Большие данные, извлечение данных, извлечение знаний, интеллектуальный анализ данных, гетерогенные источники данных.*

Одним из перспективных направлений исследований сегодня является анализ данных. Цели анализа могут носить различный характер – социальный, экономический, политический и др. Однако в независимости от предметной области и природы исходных данных могут наблюдаться схожие проблемы. В современных реалиях такие общие проблемы были обозначены как «проблема трех V» (volume, velocity, variety) [1], относящаяся к сфере Big Data. Данная проблема является крайне актуальной, что подтверждают исследовательская оценка, – в среднем на сбор, подготовку и загрузку данных тратится до 70% ресурсов (финансовых и временных) от общего объема работ с данными [2-4].

Приведем краткую характеристику каждой из проблем, входящих в состав трех V. Проблема объема (volume) связана с высокими темпами роста накопленных данных, обусловленными повсеместным внедрением информационных технологий и ростом их доступности для населения. Данная проблема порождает задачи высокоскоростного чтения/записи, машинной обработки и централизованного хранения сотен гигабайт информации [5].

Тесно связанной с проблемой объема является проблема скорости изменения (velocity) данных, которая выражается в быстроте прироста подлежащих обработке данных. Эта проблема выдвигает еще более жесткие требования к алгоритмам чтения, записи и обработки данных.

Проблема разнообразия (variety) является наименее проработанной как с научной, так и с технической точки зрения. Разнообразие данных – следствие гетерогенного характера источников. К примеру, анализ общественной реакции

на резонансные события требует выборки данных из различных открытых источников (социальных сетей, блогов). Очевидно, что такие источники будут отличаться по формату и способу представления информации (твит, пост в социальной сети, запись личного блога и пр.). Кроме того, в частных случаях к проблеме трех V добавляются индивидуальные особенности предметной области.

Абстрагировавшись от частных проблем, можно увидеть, что решение проблемы трех V неразрывно связано с ETL-системами (extract-transform-load). С их помощью специалист по данным строит процесс интеграции гетерогенных источников. Современные исследования в данной сфере сосредоточены на получении частных решений для отдельных этапов ETL-процесса: повышение производительности, документирование семантики, автоматизация проектирования. В данной статье будут рассмотрены основные работы, посвященные проблеме извлечения, преобразования и загрузки данных из гетерогенных источников.

Наиболее интересным и перспективным с точки зрения проведения научных исследований является семантическое моделирование. Данный подход предполагает использование онтологических моделей и принципов семантического WEB для описания процессов ETL.

При этом исследователи в данной области разделены на два лагеря: первый применяет семантическое моделирование данных с целью повышения «читаемости» модели и упрощения ее модификации, второй – для моделирования процессов извлечения данных с целью автоматизации построения ETL-процедур.

Одним из наиболее проработанных в области семантического моделирования данных является фреймворк Semantic-ETL, представленный в работах Bansal et.al. [6,7]. Данный фреймворк модифицирует процесс преобразования гетерогенных данных путем построения семантической модели, в которой устанавливаются связи между объектами в моделях данных источников и объектами в модели данных целевого хранилища (рис. 1).

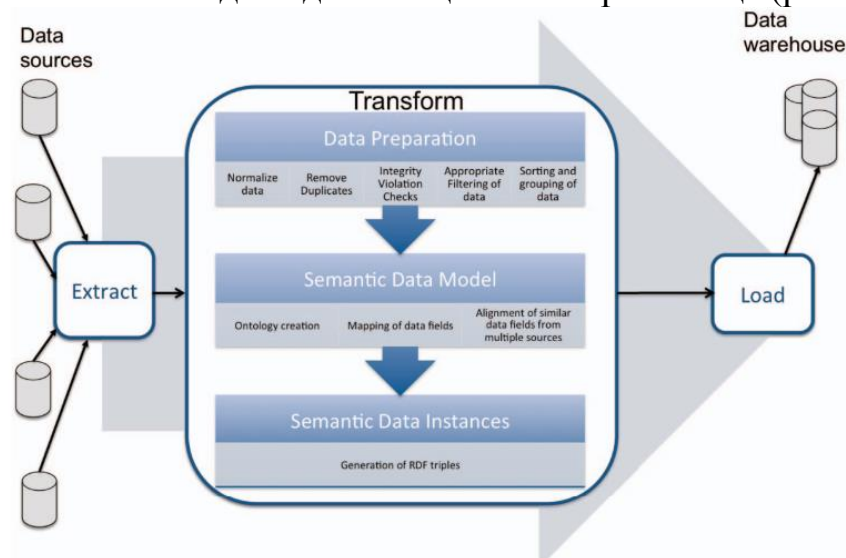


Рис. 1 Концептуальная модель фреймворка Semantic-ETL



Основными технологиями фреймворка являются RDF и SPARQL, что повышает возможность распространения данного решения в коммерческой сфере. Стоит также отметить, что процессы загрузки и извлечения, а также подготовки данных на стадии трансформации остаются классическими.

Семантическое моделирование процессов извлечения данных представлено в работе [8,9]. Данный подход использует технологии также использует идеи семантического web и онтологического моделирования (язык OWL-DL) для описания процессов извлечения данных (рис. 2). Основная идея авторов состоит в семантическом аннотировании источников данных и хранилищ данных для последующего сопоставления. Путем поиска межатрибутных семантических сопоставлений авторы строят онтологическую модель, на основании которой далее происходит генерация процедуры ETL. В процессе генерации используется описательная логика и механизмы рассуждений, входящие в состав OWL-DL.

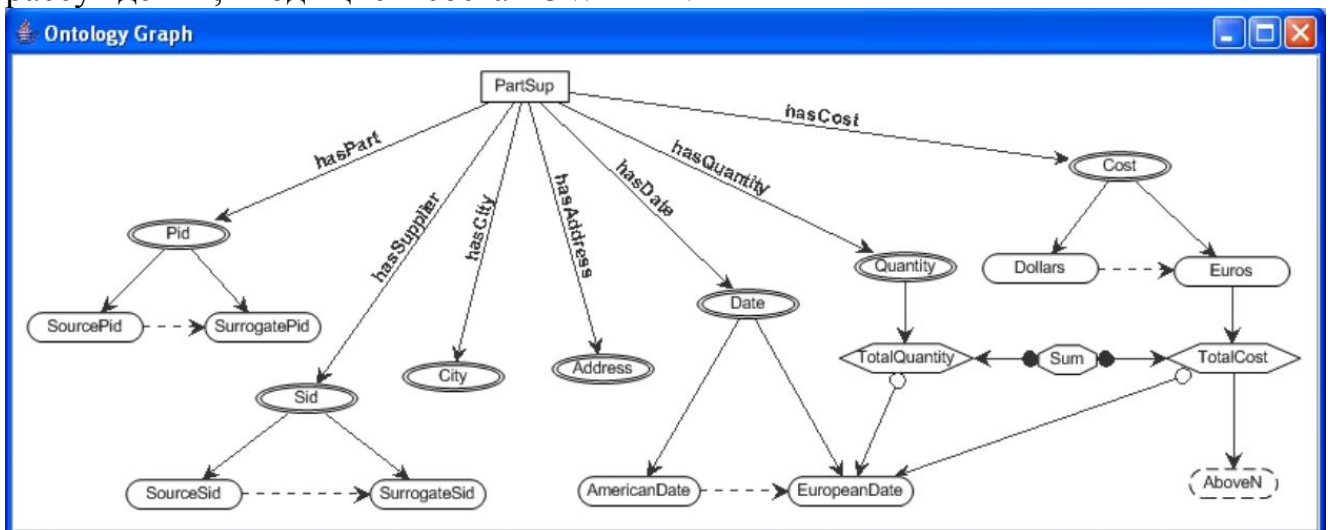


Рис. 2 Онтологическое моделирование ETL-процессов

Особенностью данного подхода является концептуальное представление сгенерированных операций, которое по-прежнему требует внимания специалиста по данным.

В работах A. Azzini et.al. [10] представлен альтернативный подход к семантическому моделированию ETL-процессов, основанный на технологии process mining. Данная технология применяется для вычисления несоответствий между данными из гетерогенных источников. С ее помощью авторы автоматизируют процесс извлечения исходных данных и сокращают ошибки в процессе преобразования и загрузки.

В области семантического моделирования данных также известны подходы, основанные на различных частных методиках: алгоритм выявления модулей на основе влияния (IBMМ) [11], онлайн извлечение ассоциативных правил [12], графовый анализ [13], анализ происхождения данных [14]. Общим для всех рассмотренных подходов является тот факт, что они покрывают одну из трех фаз ETL-процесса. И на данный момент комплексные решения, основанные на семантических технологиях, отсутствуют.

В статье были рассмотрены и проанализированы основные средства и способы извлечения данных из разнородных источников, описанные в современной литературе.

Общий вывод из проведенного анализа состоит в том, что на данный момент не существует комплексного решения, позволяющего полностью покрыть все этапы наполнения хранилища данных информацией для анализа. Наиболее перспективные семантические подходы ограничены одним из трех этапов (извлечением, преобразованием, загрузкой) процесса заполнения хранилища данными из гетерогенных источников.

Таким образом, в случае необходимости построения процедуры извлечения данных из разнородных источников, требуется комбинирование существующих подходов, при котором должны быть учтены степень устаревания технологий, скорость изменения источников данных и задач анализа, а также квалификация специалистов, привлекаемых к данной задаче.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-07-00839.*

### **Список литературы**

1. Victor Mayer-Schoenberger, Kenneth Cuciére. Great data. A revolution that will change how we live, work and think = Big Data. A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think. With the English. Inna Gideuk. - Moscow: Mann, Ivanov, Ferber, 2014. - 240 p. - ISBN 987-5-91657-936-9.
2. Simitisis A. et al. Data warehouse refreshment // Data Warehouses Ol. Concepts, Archit. Solut. 2006. P. 111–134.
3. Kimball R. et al. The Data Warehouse ETL Toolkit: Practical Techniques for Extracting, Cleaning Conforming, and Delivering Data // Wiley. 2004. 526 p.
4. Inmon W.H., Strauss D., Neushloss G. DW 2.0: The Architecture for the Next Generation of Data Warehousing // DW 20 The Architecture for the Next Generation of Data Warehousing. 2008. 400 p.
5. Lisa Stapleton. Taming big data// [https://www.ibm.com/developerworks/data/library/dmmag/DMMag\\_2011\\_Issue2/BigData/BigData-pdf.pdf](https://www.ibm.com/developerworks/data/library/dmmag/DMMag_2011_Issue2/BigData/BigData-pdf.pdf)
6. Bansal S.K. Towards a Semantic Extract-Transform-Load (ETL) framework for big data integration // Proceedings - 2014 IEEE International Congress on Big Data, BigData Congress 2014. 2014, Pages 522-529
7. Bansal S.K., Kagemann S. Integrating Big Data: A Semantic Extract-Transform-Load Framework // Computer. 2015. Vol. 48, № 3. , Pages 42-50
8. D. Skoutas and A. Simitisis, "Ontology-Based Conceptual Design of ETL Processes for Both Structured and Semi-Structured Data:," International Journal on Semantic Web and Information Systems, vol. 3, no. 4, pp. 1–24, 34 2007.

9. S. Bergamaschi, F. Guerra, M. Orsini, C. Sartori, and M. Vincini, "A semantic approach to ETL technologies," *Data & Knowledge Engineering*, vol. 70, no. 8, pp. 717–731, Aug. 2011.
10. A. Azzini and P. Ceravolo, "Consistent Process Mining over Big Data Triple Stores," in *2013 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*, 2013, pp. 54–61
11. Y. Guo, X. Shang, J. Li, and Z. Li, "Revealing the Causes of Dynamic Change in Protein-Protein Interaction Network," in *2013 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*, 2013, pp. 189–194.
12. E. Olmezogullari and I. Ari, "Online Association Rule Mining over Fast Data," in *2013 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*, 2013, pp. 110–117.
13. M. U. Nisar, A. Fard, and J. A. Miller, "Techniques for Graph Analytics on Big Data," in *Big Data (BigData Congress)*, 2013 IEEE International Congress on, 2013, pp. 255–262. 541 528 528 528
14. Y.-W. Cheah, R. Canon, B. Plale, and L. Ramakrishnan, "Milieu: Lightweight and Configurable Big Data Provenance for Science," in *Big Data (BigData Congress)*, 2013 IEEE International Congress on, 2013, pp. 46–53

# ОБЗОР МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Гайдуков А.Б., Чумичев В.С., Гушанский С.М.  
Южный федеральный университет, г. Таганрог

*Аннотация:* В связи с широким распространением социальных сетей в Интернете и огромным числом пользователей, участвующих и генерирующих бесконечное количество контента на этих веб-сайтах, возрастает потребность анализа и моделирования пользователей и их взаимодействия. Одной из основных проблем является создание профилей пользователей. Целью данной статьи является обсуждение доступных методов моделирования пользователей социальных сетей, а также выявление слабых и сильных сторон этих методов и представление о будущей работе по моделированию пользователей на веб-сайтах социальных сетей.

*Ключевые слова:* моделирование пользователей, социальные сети, семантическое обогащение, динамическое моделирование пользователей

## **Введение**

Исследователи стремятся создавать целостные модели пользователей, предоставляющие точные данные о пользовательских предпочтениях. Эти модели используются в дальнейшем для проведения анализа, прогнозирования, распространения рекламной информации, управления социальными группами. Создание профилей пользователей зависит от многих элементов: доступность данных, область применения модели, метод представления данных, метод извлечения данных и т.д. Сайты социальных сетей разнообразны и содержат данные различных типов. По этой причине методы профилирования пользователей также являются разнообразными и иногда зависят от предметной области. Например, профилирование пользователей на сайтах социальных сетей отличается от сайтов оценки продуктов или сайтов социальных закладок, это связано с наличием различных элементов данных о пользователях на этих сайтах. Даже в одной категории, такой как социальные сети, для моделирования пользователей будут разные методы, зависящие от конкретного веб-сайта. Например, Twitter зависит от микроблогов, в то время как у Facebook есть много других элементов, таких как обмен контентом, присоединение к группам и страницам, системы комментирования и статусы. В данной статье представлены текущие исследования, проводимые в области моделирования пользователей социальных сетей, и дан обзор будущих направлений исследований.

## **Существующие методы моделирования**

Согласно [1] «Профилирование пользователей - это процесс приобретения, извлечения и представления характеристик пользователей». Профиль может

использоваться для представления более релевантного контента каждому пользователю. Он обычно содержит основную информацию пользователей: возраст, пол, страна и т.д., а также ключевые слова или концепции, представляющие интересы пользователей. Более сложные профили могут содержать информацию о поведении пользователей; например, последовательность кликов и время, проведенное на страницах, это также может быть полезно при дальнейшем анализе. Многие исследователи предлагают использовать дополнительную информацию для создания профилей пользователей: социальные связи с другими пользователями или группами и страницами, а также социальные поведения, такие как обмен, клики и лайки между пользователями [2,3].

На рисунке 1 показаны этапы построения профилей пользователей в общем виде, впервые предложенный в [4].

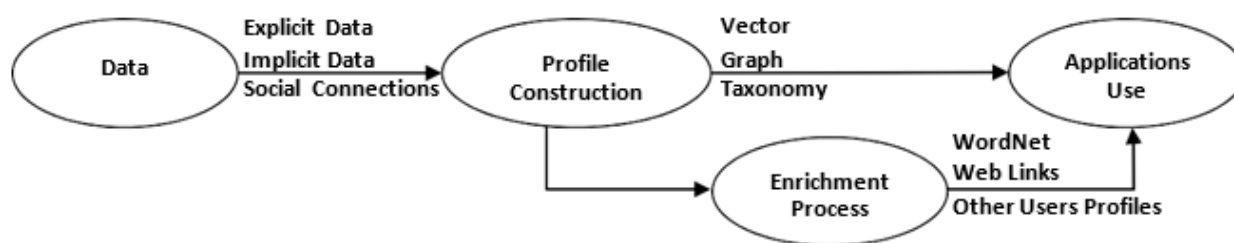


Рисунок 1. Процесс создания профиля пользователя

Первым шагом процесса является сбор данных, который собирает информацию о пользователях с веб-сайтов социальных сетей, включая заполненные формы, данные журналов и связи с другими людьми в системе. Второй шаг – построение профиля, где интересы пользователей будут извлечены и представлены различными методами. Для каждого интереса также включается его вес, оценивающий степень важности для пользователя и аналитика. Результатом этого шага будет профиль пользователя, представленный в виде вектора, графа или иерархии. Профили, основанные на графе и иерархии, требуют дополнительного шага процесса для извлечения отношений между ключевыми словами. Процесс обогащения имеет целью добавить больше связанных ключевых слов в профиль, чтобы улучшить окончательные результаты прогноза. В результате показанного на рисунке 1 процесса профиль пользователя готовится к использованию различными приложениями, основывающимися на персонализации: рекомендательные системы, генерации рекламы, электронная коммерция и т.д.

Рассмотрим далее существующие техники моделирования пользователей социальных сетей.

*Традиционная сумка слов (BOW).* BOW – это простой метод генерации ключевых слов, которые будут представлять интересы пользователя в профиле.

Обычно этот метод используется с системами, которые зависят от явных данных, таких как текст микроблога. BOW - это набор слов, используемых в тексте пользователя. Каждое слово обладает весом, который вычисляется либо по частоте употребления, либо на основе более сложного метода  $TF \times IDF$ . В [5] использован этот метод для представления профилей пользователей Twitter. Основными проблемами этого метода являются полисемия, которая заключается в наличии нескольких значений для одного слова, и синонимия, которая допускает, что релевантная информация может быть пропущена, если в профиле нет точного ключевого слова [6]. Низкое качество профиля пользователя, получаемое с помощью данного метода также стало фактором редкого использования данного метода.

*Методы, основанные на понятиях.* Этот класс методов очень распространен в профилировании пользователей, где понятия могут быть извлечены из данных пользователей несколькими способами. В [2] использован метод интеллектуального анализа текста, который включает три этапа: извлечение терминов, анализ частых шаблонов и шаблонов обрезки. Они использовали неявные источники данных, такие как клики, просмотры и закладки, и извлекали термины из этого содержимого. Авторы использовали метод  $TF \times IDF$  для взвешивания терминов, а затем использовали для анализа часто используемых терминов. На последнем шаге они удаляли шаблоны, содержащие ненужные термины, из набора шаблонов часто используемых терминов. В [7] использована Википедия в качестве богатого внешнего источника данных для извлечения понятий из твитов пользователей в Twitter. Сначала они представляли каждое понятие Википедии как вектор пар слов и весов, используя метод  $TF \times IDF$ , и затем аналогичным образом представляли каждый твит. На последнем этапе затем они извлекают соответствующие понятия, используя Явный семантический анализ (ESA), вычисляя семантическую взаимосвязь между вектором понятий Википедии и вектором Twitter. Авторы также добавили вектор социальных связей, который включает в себя других пользователей и оценку родства, рассчитываемые путем подсчета количества твитов, на которые были получены ответы, репосты твитов и упоминания между двумя пользователями. [8] нацелена на решение проблем полисемии и синонимии с помощью представления векторного пространства на основе синтаксиса, называемого bag-of-synsets (BOS). Они применили процедуру WSD (устранение неоднозначности слов) к документам и извлекли синтаксис для каждого слова, используя слова контекста, определенные как набор слов, которые предшествуют данному слову и следуют за ним. В итоге профиль пользователя создается как вектор синтаксиса, а не как вектор слов и вектор весовых коэффициентов, представляющих частоты синтаксиса.

*Методы, основанные на тегах.* Многие веб-сайты социальных сетей предоставляют пользователям возможность создания социальных тегов. Теги позволяют аннотировать предметы тегами по своему выбору. Подобные процессы аннотирования могут быть представлены в виде четверного отношения пользователь-тег-ресурс-отношение; которое называется Фолксономия (народная таксономия) [9]. Часть отношения может указывать время, когда было создано назначение тега  $F = \langle U, T, R, Y \rangle$ ,  $Y \subseteq U \times T \times R$ .

В [10] использовали теги, предоставленные в Flickr и Delicious, для создания профиля пользователя. Они добавили два инструмента в профиль пользователя; личный взгляд и социальный взгляд. В первой части они рассматривают только теги, назначенные самим пользователем, а во второй части они рассматривают теги, назначенные социальными контактами пользователя. В предложенной ими системе весов они предполагают, что первый тег конкретной закладки более релевантен, чем второй, и должен получить больший вес, и так далее. В сущности, они применяют функцию экспоненциального убывания вплоть до десятого тега, предполагая, что остальные теги будут иметь одинаковые веса. С другой стороны, в [11] представлено Mures – средство межсистемного пользовательского моделирования, завящее от сбора тегов из разных систем и их сопоставления с использованием простых правил для преобразования конкретного словаря в общий словарь. Основной проблемой, с которой они столкнулись, было соединение учетных записей разных пользователей на разных сайтах друг с другом. Чтобы решить эту проблему, они использовали социальный граф Google, который предоставляет эту услугу пользователям. В [12] использовали базу данных категорий (<http://listorious.com>), в которой хранятся списки, созданные кураторами Твиттера, с ручными аннотациями пользователей с тематическими тегами для извлечения тегов о каждом пользователе, который представляет собой набор всех тегов, которые представляют все списки, к которым принадлежит пользователь. В [13] представили метод, аналогичный методу, представленному в [8], за исключением того, что они использовали теги вместо слов.

*Методы, основанные на темах.* Данный класс методов используется для представления интересов пользователей в виде тем, а не ключевых слов. Утверждается, что этот метод обеспечивает лучшую производительность [14 - 16]. В [14] моделируют интересы пользователей как скрытые темы, основанные на скрытом распределении Дирихле (LDA), где они поддерживают два распределения: распределение пользователей по темам и распределение тем по словам. Они использовали пользовательские запросы для сбора слов, представляющих интерес для пользователя, с целью повышения рекламного

таргетинга. В своей предлагаемой модели TVUM (изменяющаяся во времени пользовательская модель) они разделили действия пользователя на эпохи, где действия (представленные словами) внутри каждой эпохи моделируются с использованием фиксированной размерной иерархической модели LDA Поля-Урна. Эта модель указывает на то, что ранее высказанные интересы чаще выражаются тем же пользователем или другими пользователями. Их цель состояла в том, чтобы отфильтровать внешние эффекты из профиля пользователей, предполагая, что они не являются частью интересов пользователей. В [16] представили модель ComSoc для передачи поведения пользователя через сложные социальные сети. Они вводят термин распределения пользователей по сетям, который представляет вероятность того, насколько пользователь подвержен влиянию данной сети. Сначала для каждого пользователя выбирается сеть из распределения Дирихле, затем для каждого взаимодействия данного пользователя социальная сеть рисуется из многокомпонентного распределения. Каждый пользователь может установить отношения из разных подсетей индивидуально в соответствии с их сходством с другими.

*Семантическое обогащение.* Процесс семантического обогащения направлен на расширение объема слов, используемых для представления интересов пользователей, а также на предсказание новых интересов пользователя, которые он не упомянул явно. В основном этот метод применяется для создания профилей пользователей микроблогов, поскольку такие социальные сети предоставляют узкий, но важный источник информации, так как текст очень короткий [17].

*Методы на основе анализа единомышленников.* В [18] предложили метод обогащения профиля пользователя из профилей его единомышленников. В качестве первого шага для своего метода они попытались обнаружить  $k$ -ближайших соседей пользователя. Они использовали метод косинусного сходства для измерения значения сходства между пользователем и всеми остальными пользователями, этот метод количественно определяет сходство пары векторов в соответствии с их углом, генерируя значение между 0 и 1. Чем выше полученное значение, тем больше похожи векторы. После определения ближайших соседей для пользователя их профили будут использоваться для обогащения его профиля, при условии, что у него будут схожие интересы. Основная идея заключается в том, что шаблон, обнаруженный в профилях большего количества пользователей, вносит большой вклад в процесс обогащения. Авторы указали, что этот процесс обогащения особенно эффективен для решения проблемы холодного старта, когда в профиле пользователя недостаточно интересных терминов и шаблонов.



## Заклучение

В результате проведенного анализа было установлено, что подавляющее большинство методов основываются на явных признаках, с помощью которых описывается пользователь или взаимодействие пользователей, в результате чего не учитывается релевантность связей в зависимости от целей анализа, а также не предоставляется возможность учета степени достоверности связи в случае использования косвенных признаков. Таким образом аналитический обзор подтвердил необходимость разработки новых моделей представления акторов и групп акторов, учитывающих не только наличие связей, но и их релевантность в контексте анализа.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-07-00839.*

## Список источников

1. Zhou, X., Xu, Y., Li, Y., Jøsang, A., & Cox, C. (2012). The state-of-the-art in personalized recommender systems for social networking. *Artif. Intell. Rev.*, 37(2), 119-132. <http://dx.doi.org/10.1007/s10462-011-9222-1>
2. Kim, H. N., Ha, I., Lee, K. S., Jo, G. S., & El-Saddik, A. (2011). Collaborative user modeling for enhanced content filtering in recommender systems. *Decision Support Systems*, 51(4), 772-781. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2011.01.012>
3. Tao, K., Abel, F., Gao, Q., & Houben, G. J. (2012). *TUMS: twitter-based user modeling service*. Paper presented at the The Semantic Web Workshops (ESWC 2011) 269-283. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-25953-1\\_22](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-25953-1_22)
4. Gauch, S., Speretta, M., Chandramouli, A., & Micarelli, A. (2007). User profiles for personalized information access. In B. Peter, K. Alfred & N. Wolfgang (Eds.), *The adaptive web* (pp. 54-89). Springer-Verlag.
5. Hannon, J., Bennett, M., & Smyth, B. (2010). *Recommending twitter users to follow using content and collaborative filtering approaches*. Paper presented at the Fourth ACM Conference on Recommender Systems (pp. 199-206). <http://dx.doi.org/10.1145/1864708.1864746>
6. Lops, P., De Gemmis, M., Semeraro, G., Musto, C., Narducci, F., & Bux, M. (2009). A semantic content-based recommender system integrating folksonomies for personalized access. *Web Personalization in Intelligent Environments*, 27-47. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02794-9\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02794-9_2)
7. Lu, C., Lam, W., & Zhang, Y. (2012). *Twitter User Modeling and Tweets Recommendation Based on Wikipedia Concept Graph*. Paper presented at the Twenty-Sixth Conference on Artificial Intelligence Workshops (AAAI).
8. Semeraro, G., Degemmis, M., Lops, P., & Basile, P. (2007). *Combining learning and word sense disambiguation for intelligent user profiling*. Paper presented at

the Proceedings of the 20th international joint conference on Artificial intelligence (pp. 2856-2861).

9. Wall, T. V. (2007). Folksonomy. Retrieved from <http://vanderwal.net/folksonomy.html>
10. Hung, C. C., Huang, Y. C., Hsu, J. Y., & Wu, D. K. C. (2008). *Tag-Based user profiling for social media recommendation*. Paper presented at the Workshop on Intelligent Techniques for Web Personalization & Recommender Systems at AAAI2008, Chicago, Illinois.
11. Abel, F., Gao, Q., Houben, G. J., & Tao, K. (2011). Cross-system user modeling and personalization on the social web. *User Modeling and User-Adapted Interaction (UMUAI), Special Issue on Personalization in Social Web Systems*, 22(3), 1-42. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-22362-4\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-22362-4_1)
12. Hannon, J., McCarthy, K., O'mahony, M. P., & Smyth, B. (2012). A multi-faceted user model for twitter. *User Modeling, Adaptation, and Personalization*, 303-309. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-31454-4\\_26](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-31454-4_26)
13. Lops, P., De Gemmis, M., Semeraro, G., Musto, C., Narducci, F., & Bux, M. (2009). A semantic content-based recommender system integrating folksonomies for personalized access. *Web Personalization in Intelligent Environments*, 27-47. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02794-9\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02794-9_2)
14. Ahmed, A., Low, Y., Aly, M., Josifovski, V., & Smola, A. J. (2011). *Scalable distributed inference of dynamic user interests for behavioral targeting*. Paper presented at the ACM Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD) (pp. 373-382). <http://doi.acm.org/10.1145/2020408.2020433>
15. Weng, J., Lim, E. P., Jiang, J., & He, Q. (2010). *Twitterrank: finding topic-sensitive influential twitterers*. Paper presented at the Proceedings of the third ACM international conference on Web search and data mining (pp. 261-270). <http://dx.doi.org/10.1145/1718487.1718520>
16. Zhong, E., Fan, W., Wang, J., Xiao, L., & Li, Y. (2012). *ComSoc: adaptive transfer of user behaviors over composite social network*. Paper presented at the 18th ACM International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD) 696-704.
17. Abel, F., Gao, Q., Houben, G. J., & Tao, K. (2011). Analyzing user modeling on twitter for personalized news recommendations. *User Modeling, Adaptation and Personalization*, 6787, 1-12. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-22362-4\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-22362-4_1)
18. Kim, H. N., Ha, I., Lee, K. S., Jo, G. S., & El-Saddik, A. (2011). Collaborative user modeling for enhanced content filtering in recommender systems. *Decision Support Systems*, 51(4), 772-781. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2011.01.012>

# АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ДИНАМИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Кучеров С.А., Липко Ю.Ю., Шевченко О.В.  
Южный федеральный университет, г. Таганрог

*Аннотация:* Помимо эффективного управления трафиком на участках дорожной сети, важного для больших городов и мегаполисов, актуальной является проблема устранения негативных последствий от точек задержки – случайно возникающих препятствий свободному движению транспорта. Наибольшую сложность составляет борьба с непредвиденными точками задержки, возникающими на многополосных дорогах в произвольное время в произвольном месте. Сохранение пропускной способности участка дорожной сети в таком случае может быть обеспечено динамическим перераспределением транспортных потоков по полосам движения. В статье приведен анализ существующих подходов к динамическому регулированию транспортных потоков.

*Ключевые слова:* Точка задержки, Транспортный поток, Динамическое управление транспортным потоком

## **Введение**

Для эффективной борьбы с точками задержки на многополосных участках дороги необходимо применять массовые управляющие воздействия предписывающего характера, что требует комплексного применения различных методов оценки дорожной ситуации, принятия решений и информирования участников дорожного движения.

По этой причине актуальной можно считать проблему обеспечения согласования разнопредметных методов, используемых в области динамического управления транспортными потоками в точках задержки, и построении устойчивой архитектуры интеллектуальной транспортной системы, обладающей возможностями многократного использования и функциональной совместимости решений.

## **Подходы к динамическому регулированию транспортных потоков**

В качестве решения проблемы динамического управления транспортными потоками известны подходы и методы, направленные на частные задачи. К их числу относятся методы оценки загруженности участков транспортной сети [1-3], технические решения для перенаправления транспортного потока по полосам [4], методы и алгоритмы маршрутизации [5,6], технические решения для оперативного уведомления о дорожно-транспортных происшествиях [7,8]. Качество и эффективность решения поставленных задач для известных заявителю частных решений является пригодным для практического применения. В то же время комплексные методологические решения задачи динамического управления дорожным движением в области влияния точек

задержки не существует [9-13]. Основная проблема комплексного применения разнопредметных методов лежит в области их согласования и объединения в систему методов, что на сегодняшний день является актуальной научной проблемой, не нашедшей однозначного решения [14-16].

С точки зрения прикладных вопросов построения интеллектуальных транспортных систем одной из ключевых задач является разработка принципиальной архитектуры такой системы, способной работать как с различными методами одного типа, так и с множествами вновь вводимых методов. В первом российском стандарте в области интеллектуальных транспортных систем [17] ставится вопрос последовательного и терминологически определенного подхода к построению архитектуры ИТС для возможности многократного использования и функциональной совместимости решений. Таким образом, интеллектуальная транспортная система, в первую очередь в части программного обеспечения, должна обладать свойством конфигурируемости. Обеспечение создания подобных систем также является актуальной научной проблемой.

Основной прорыв в данной сфере на мировой арене был достигнут в 70-х годах XX века с разработкой и внедрением 70-х системы SCOOT (Split, Cycle and Offset Optimization Technique) [1], которая обладала возможностью адаптивного управления светофорным регулированием на основании датчиков анализа транспортного потока. В дальнейших исследованиях по большей части стали рассматриваться вопросы совершенствования подобных алгоритмов.

Основные направления исследований в мировой науке можно подразделить на две категории: совершенствование существующих интеллектуальных методов управления транспортными потоками и вовлечение транспортных средств в контур анализа и принятия решений о поведении в дорожных условиях.

В первой категории исследования можно подразделить на:

- совершенствование алгоритмов анализа дорожной сети на основе новых типов беспроводных датчиков [2,3], встраивании дополнительных устройств непосредственно в транспортные средства [2], анализ нагрузки на вышки сотовой связи [4].

- разработка новых стандартов для взаимодействия транспортных средств с придорожной инфраструктурой [5].

- встраивание технологий интеллектуальных транспортных систем в существующие методологии управления трафиком, такие как PATH, Dolphin, Auto21 CDS [2].

Во второй категории преобладают подходы, основанные на концепции облачных вычислений и интернета вещей [6-8]. Наиболее актуальным в мировой научной литературе является вопрос организации умных городов [7], основанных на архитектуре VANET (Vehicular ad hoc network). Архитектура

VANET предполагает, что все транспортные средства связаны между собой и с единым информационным центром, в котором обрабатываются и анализируются данные об их местоположении, состоянии трафика. В ответ на транспортные средства высылаются информация о конкретных рекомендациях по движению на участке дорожной сети.

С позиции авторов исследования первой категории не позволяют полноценно решить задачу динамического управления транспортным потоком по полосам движения, поскольку ориентированы на эффективный сбор данных. Исследования второй категории наиболее близки к авторским идеям, однако они направлены на анализ трафика в целом и не позволяют устранять негативные последствия возникновения точек задержки на отдельных полосах движения. Кроме того, включение автомобилей в контур интеллектуальной транспортной системы требует перехода на новые марки и модели, либо дооснащение необходимым оборудованием, что в большинстве стран, в том числе и Российской Федерации, неприемлемо.

### **Заключение**

Проведенный анализ показал, что число решений в области динамического регулирования транспортных потоков растет с каждым днем, однако они незначительно отличаются вычислительной сложностью либо достоверностью принимаемого решения. В то же время, уже разработанные частные методы обладают достаточными параметрами для их прямого применения. Комплексных решений в области фундаментальных принципов динамического управления дорожным движением в области влияния точек задержки не существует. Основная проблема комплексного применения разнопредметных методов лежит в области их согласования и объединения в систему методов, что также на сегодняшний день является актуальной научной проблемой, не нашедшей однозначного решения.

Необходима разработка нового метода динамического управления интеллектуальными дорожными знаками для перераспределения транспортных потоков по полосам в соответствии с географическими размерами области влияния возникающих точек задержки. Метод должен основываться на согласованном использовании существующих методов выявления области влияния случайно возникающей точки задержки, оценке и прогнозировании в ней загруженности транспортных потоков, принятии решения о динамическом управлении интеллектуальными дорожными знаками и перераспределении транспортного потока по полосам в области влияния точки задержки

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-07-00854.*

### **Список источников**

1. S. R. Kukadapwar and Dr. D. K. Parbat (2015). Evaluation of Traffic Congestion

- on Links of Major Road Network: A Case Study for Nagpur City. International Journal of Research in Engineering, Science and Technologies: Deepam Publication's ISSN 2395-6453 (Online)
2. Anuja Nagare, Shalini Bhatia, "Traffic Flow Control using Neural Network", International Journal of Applied Information Systems (IJ AIS) – ISSN : 2249-0868 Foundation of Computer Science FCS, New York, USA Volume 1– No.2, January 2012
  3. Feifei He, Xuedong Yan\*, Yang Liu, Lu Ma. A Traffic Congestion Assessment Method for Urban Road Networks Based on Speed Performance Index. Procedia Engineering 137 ( 2016 ) 425 – 433
  4. GOST 32865-2014. Automobile roads of general use. Variable message signs. Technical requirements
  5. Попков В.К., Ахмедиярова А.Т., Куандыкова Д.Р. ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТА НА ГОРОДСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ // Естественные и математические науки в современном мире: сб. ст. по матер. XXVII междунар. науч.-практ. конф. № 2(26). – Новосибирск: СибАК, 2015.
  6. В. И. Швецов, "Алгоритмы распределения транспортных потоков", Автомат. и телемех., 2009, № 10, 148–157; Autom. Remote Control, 70:10 (2009), 1728–1736
  7. GOST R 54619-2011 - Global navigation satellite system. Accident emergency response system. Protocols of data transmission from in-vehicle emergency call system/device to emergency response system infrastructure. — М., 2011.
  8. "GSM-Schutzengel (Automatic Emergency Call System to locate accident victims using GSM Technology)", Jugend forscht, 2001.
  9. Феофилова А.А. Обоснование условий распределения транспортных потоков на улично-дорожной сети городов: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Феофилова Анастасия Александровна; [Место защиты: Волгогр. Гос. Техн. ун-т]. – Ростов-на-Дону, 2013. – 150 с.: ил. РГБ ОД, 61 14- 5/1784
  10. Bob Rupert, Jim Wright, Pierre Pretorius, Greg Cook and others «Traveler Information Systems in Europe», 2003, // [www.international.fhwa.dot.gov](http://www.international.fhwa.dot.gov)
  11. Neil Lerner, Jeremiah Singer, Emanuel Robinson, Richard Huey, James Jenness «Driver Use of EnRoute Real-Time Travel Time Information. Final Report», 2009, 124p.
  12. GUAN Jizhen, ZHENG Changqing, ZHU Xueliang and others «VMS Release of Traffic Guide Information in Beijing Olympics», 2008, 8(6), 115-120.
  13. Strickland, Sheldon G, and W. Berman. "Congestion Control and Demand Management." Public Roads On-Line, Winter 1995, // [www.tfhr.gov/pubrds/winter95/p95wi1.htm](http://www.tfhr.gov/pubrds/winter95/p95wi1.htm).
  14. Rogozov, Y. Approach to the construction of a systemic concept // Advances in

Intelligent Systems and Computing. Volume 679, 2018, Pages 429-438.

15. Yu Rogozov "Methodological approach to the construction of the concept of system" Proceedings of ISA RAS. 2015. T. 65., №1 / 2015, pp. 89-109.
16. Elkin, M.S.D., Rogozov, Y., Kucherov, S. Development of new methods of the organization of traffic on the basis of the analysis of points of a delay (2017) International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 17 (21), pp. 263-270.
17. GOST R ISO 14813-1-2011. Intelligent transport systems. Reference model architecture(s) for the ITS sector. Part 1. ITS service domains, service groups and services. M., 2012. 32 p.

# МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ФРЕЙМВОРК ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Свиридов А.С., Рогозов Ю.И.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

***Аннотация:** Проблема согласования точек зрения на целевую разрабатываемую систему, часто неразрывная с проблемой взаимопонимания заинтересованных сторон в процессе разработки информационных систем, как частного случая сложных технических систем, является одной из основополагающих на сегодняшний день. Качество ее решения в каждом случае напрямую связано с соблюдением сроков, бюджета проекта, а также выполнением требований заказчика. По данным различных исследований менее половины проектов по созданию сложных технических систем являются успешными и не превышают бюджета. Агентство The Standish Group International в своем исследовании приводит информацию, что стоимость ИТ-проекта составляет 189% от изначально запланированной, а свыше 30% проектов вообще не доходят до завершения. Это наблюдается на фоне наличия развитых инструментальных средств документирования, моделирования, проектирования, фреймворков для разработки программного кода, а также в условиях насыщенности рынка хорошими специалистами. По мнению исследователей причиной сложившейся ситуации является несогласованность образа целевой системы, которая возникает из-за недопонимания между заказчиком и разработчиком. Таким образом, проблема согласования точек зрения заинтересованных сторон, устранения противоречий и недопонимания между участниками этапов жизненного цикла информационной системы является актуальной и ведет к значительному росту проектных рисков.*

***Ключевые слова:** система, проектирование, жизненный цикл, строение, согласование, процесс, граф*

## **Введение**

Несмотря на развитие технологий и методологического обеспечения в области ИТ остается нерешенной одна из ключевых проблем – проблема взаимопонимания заказчика и разработчика (заинтересованных сторон). Суть проблемы заключается в сложности процесса проектирования, характеризующегося конфликтами между результатами проектирования команд разработчиков, совместно работающих над проектированием одной системы [1], умышленном искажении или ограниченным обменом информацией между разработчиками [2], семантическими барьерами между командами разработчиков [3], защитой экспертами чувствительных данных проектирования [4]. Сам по себе процесс разработки сложных технических систем требует взаимодействия между несколькими техническими дисциплинами, полномочия над которыми распределены между множеством



экспертов. При этом эксперты могут быть распределены внутри организации и осуществлять деятельность на различных этапах жизненного цикла продукта и на разных этапах его производственной цепочки. Сложная природа таких проектов требует взаимодействия многих дисциплин в условиях децентрализованных полномочий на проектирование и несовершенных знаний команд-разработчиков о системе.

Исследователи по всему миру связывают причины появления проблемы взаимопонимания заинтересованных сторон с отсутствием знаний о специфике различных предметных областей, относящихся к различным этапам проектирования системы. По этой причине создаются методы, подходы и инструментальные средства для извлечения и передачи смысла между субъектами из двух разных предметных областей:

- техники извлечения требований [5-7] (для связки заказчик – аналитик/менеджер проекта)

- модель-ориентированные подходы [8-10] (для связки аналитик/менеджер проекта – проектировщик)

- интерпретируемые модели и генераторы программного кода [11] (для связки проектировщик – программист).

Также в отдельный класс могут быть выделены предметно-ориентированные языки (DSL), в идеале направленные на прямой переход между заказчиком и системой. Однако такие языки требуют предварительной работы аналитиков, проектировщиков и программистов с глубоким погружением в предметную область, а на выходе процесса разработки дают узкоспециализированный инструмент, не пригодный для массового использования.

Несмотря на отдельные удачные попытки решения проблемы взаимопонимания между двумя соседними участниками жизненного цикла ПО, все указанные выше подходы обладают одним существенным недостатком – создаваемые инструменты не согласуются между собой, и, что самое важное, не позволяют единожды зафиксировать смысл (семантику) системы и передавать её через все этапы жизненного цикла.

Это обуславливает актуальность разработки новых подходов к формулировке, документированию и использованию единой эволюционной семантической модели целевой системы на всех этапах жизненного цикла.

В данной статье представлена методология создания информационных систем на основе единого согласованного представления в виде методологического фреймворка.

### **Современное состояние науки**

Фундаментальные научные исследования, посвященные проблеме синтеза технических систем в части полноты и непротиворечивости исходного

описания целевого объекта, по большей части относятся ко второй половине XX века. К ним, в частности, можно отнести:

1. Работы в области системологии [12,13], в которых с точки зрения задач проекта предметная область рассматривается через призму порождающих систем. Данные работы являются наиболее близкими к проекту по своей идеологии.

2. Работы Поспелова Д.А., посвященные теории ситуационного управления [14]. С позиции задач проекта автором были предложены основополагающие принципы формализации описания процессов через понятие «ситуации».

3. ДСМ-метод В.К. Финна [15]. Работы данного исследователя с позиции проекта содержат попытки автоматизированного построения формализации знаний о предметной области средствами так называемых квазиаксиоматических теорий (КАТ). На данный момент, ДСМ-метод применяется в синтезе познавательных процедур: индукции, аналогии и абдукции.

4. Теория решения изобретательских задач Альтшуллера Г.С. [16]. С точки зрения проекта в данной работе предприняты попытки к методологическому получению нового знания.

К числу наиболее новых работ в области фундаментальных исследований можно отнести труды С.П. Никанорова, посвященные вариативности в создании новых проектных решений за счет формализации концептуальных понятий предметных областей с использованием аппарата ступеней, базирующегося на теории родов структур Бурбаки [17-21].

Наиболее актуальными по времени появления являются прикладные научные исследования, направленные на решение текущих проблем в области разработки сложных технических решений:

- Параллельное проектирование [22], заключающиеся в децентрализации процесса проектирования сложных технических систем и основанное на совместных рабочих группах, включающих в себя специалистов из разных областей целью которых является согласование разнопредметных понятий в ходе процесса создания системы.

- Прикладные методы теории игр [23], решающие проблемы взаимодействия между экспертами в задачах принятия решений. Напрямую данные методы в области проектирования сложных технических систем не используются, однако они обладают развитым формальным аппаратом и могут быть применены для достижения согласованности между участниками жизненного цикла;

- Системная архитектура [24] и Метод исследования пространства решений [25], направленные на изучение ключевых решений, принимаемых на ранних стадиях проектирования системы и имеющих большое влияние на

итоговую стоимость и успешность проекта. Метод исследования пространства решений в данном контексте позволяет оценить возможные проектные решения с целью определения наиболее эффективного варианта.

- Работы международного сообщества по системной инженерии INCOSE [26], а именно разработка методов, средств и технологий в рамках модель-ориентированного подхода (MBSE) [27], основная суть которых состоит в переходе от документарного представления на этапах разработки к модельному. При этом все модели согласуются между собой и формируют тем самым общую модель системы. Недостатком данного подхода является формирование единой модели системы на поздних этапах разработки (когда будут готовы все виды моделей), а также рассмотрение системы с позиции ее компонент и функций;

- Техники извлечения требований. Сюда относятся методы анализа и трассировки требований [28], различные языковые и CASE-средства, ориентированные на заказчика [7], техники вовлечения заказчика или его представителей в процесс разработки [6]. Недостатками данного научного направления являются ограниченные возможности использования (только на уровне заказчик-аналитик) и высокая трудоемкость применения;

- Подходы на основе сценарных описаний [29]. Идея данных подходов состоит в едином представлении системы как некоторого сценария ее использования, согласуемого на ранних этапах разработки, и используемого в качестве эталонной (а иногда и исходной для генерации компонентов системы) модели.

В рассмотренных подходах можно выделить ряд принципиальных недостатков – низкая средняя выразительность сценария для всех участников жизненного цикла (сценарии более понятны аналитикам), а также разработка целевой системы в отрыве от сценария, когда соответствие проверяется эмпирически.

### **Методологический фреймворк проектирования информационных систем**

Вне зависимости от сферы применения, все существующие подходы к автоматизации синтеза сложных систем строятся вокруг формализации и концептуализации отдельных понятий, из которых она состоит. В случае успешного завершения исследований это приводит к появлению высокоформализованных библиотек готовых компонентов (понятий), средств автоматизированного поиска и синтеза частных систем на их основе. Таким образом, вариативность системы ограничивается набором имеющихся модулей и развитостью поисковых средств, способных оценить релевантность модуля относительно поставленной задачи.

В основе концепции методологического фреймворка лежит принципиально иной взгляд на синтез сложных технических систем. Основная

идея состоит в рассмотрении компонента системы (понятия) как процедуры его получения. Таким образом, понятие приобретает два аспекта – структурный в виде бессодержательного строения средства и содержательный. Структурный определяет предназначение понятия в контексте информационной системы (сбор данных, вычисление значений, обработка взаимодействия с пользователем и пр.) и выражается структурой средства, состоящего из характеристик: элементы, функции, инструменты, результат. Содержательный аспект определяет воплощение понятия в конкретной среде (модель данных, технология организации пользовательского интерфейса, способ выполнения вычислительных операций) и выражается в конкретных значениях характеристик средства.

Компоненты системы (средства создания понятия) должны образовывать органическое единство. Это означает, что в целевой системе, равно как и в исходной смысловой модели, должно быть достигнуто согласование компонентов. Под согласованием компонентов понимается отсутствие связей в виде интерфейсов (преобразователей), а установление взаимопроникновения средств создания понятий. Единственной формой взаимопроникновения средств создания понятий является пересечение по характеристикам различных средств.

В методологическом фреймворке в основу единообразного представления и понимания описания смысла целевой системы положена некоторая общность не понятий и отношений между ними, а совокупность строений средств по созданию понятий различных уровней проектирования и правила организации их взаимопроникновения. Данная общность средств и правил представляет собой пространство возможности по созданию процессов проектирования объектов. Под смыслом отдельного понятия понимается средство по его созданию. Используя данную общность можно определить строение средства (смысла) создаваемой целевой информационной системы в виде определенной последовательности взаимопроникающих средств создания отдельных понятий (создать смысл системы из смыслов понятий). На ранних этапах жизненного цикла данная общность за счет своего строения взаимопроникающих средств дает представление о процессе создания целевых свойств систем данного вида. На дальнейших этапах жизненного цикла ответственные специалисты (эксперты своей предметной области) заполняют сформированное строение содержанием (конкретными сущностями, атрибутами, функциями и пр.), а также расширяют строение новыми средствами, если того требует технология.

Семантической модели целевой системы таким образом будет основываться на базовой абстракции строения средства (смысла) по созданию понятия. Используя базовую абстракцию строения средства по созданию понятия предлагается разработать строение процесса создания системы в виде строения организованного взаимопроникновения средств создания отдельных

понятий различных этапов жизненного цикла. Организованное взаимопроникновение образует органическое единство средств создания отдельных понятий различных этапов жизненного цикла, которое обеспечит их взаимную согласованность. Такое согласованное единство взаимопроникающих строений средств создания понятий из различных этапов жизненного цикла является строением процесса проектирования систем данного вида, которое можно считать методологическим фреймворком. Методологическим фреймворком является в силу того, что в качестве средств могут использоваться и методологические средства.

Концепция методологического фреймворка состоит в разделении процесса создания информационной системы на три этапа:

1. Создание пространства возможностей по созданию конкретной информационной системы. Пространство возможностей представляет собой граф, в котором вершинам соответствуют средства создания понятий (компонентов системы) выражаемые, например, строением действия, а ребрам – возможные связи между средствами. Таким образом размечаются допустимые рамки для состава и структуры информационных систем данного вида.

2. Разработка строения процесса создания системы в виде строения организованного взаимопроникновения средств создания отдельных понятий из различных этапов жизненного цикла. На данном этапе эксперты из различных технических дисциплин и стадий жизненного цикла формируют согласованное представление будущей системы. Согласованное представление является графом особой формы, в котором ребра вырождены, а наличие связи между двумя вершинами, являющимися средствами создания отдельных понятий, представляется пересечением вершин по отдельным характеристикам действия (взаимопроникновением). Важно заметить, что строение не обладает содержанием (конкретикой), в нем указывается только типизация характеристик действия по созданию понятий.

3. Согласованное заполнение строения процесса создания системы. На данном этапе эксперты из различных технических дисциплин и стадий жизненного цикла заполняют строение процесса создания системы конкретными значениями характеристик действия, тем самым разрабатывают конкретную информационную систему

### **Заключение**

Таким образом, методологический фреймворк, представляющий строение информационной системы данного вида как согласованное строение взаимопроникающих средств создания понятий, а процесс ее создания как заполнение строения содержанием, позволит решить проблему конфликта между результатами проектирования команд разработчиков и согласования точек зрения заинтересованных сторон. А в самом методологическом

фреймворке будет сосредоточена совокупность новых подходов и методов к разработке программного обеспечения.

Главными отличиями предлагаемой концепции методологического фреймворка от известных подходов являются:

1). Представление единого процесса создания систем данного вида как органического единства строений взаимопроникающих средств (представление смысла) создания понятий различных этапов проектирования, и последующее использование строения процесса создания системы всеми участниками всех этапов жизненного цикла для создания конкретных систем данного вида;

2) Рассмотрение смысла целевой системы как строения процесса ее создания, а не описания эмпирически созданных или, что чаще, необходимых к созданию частей системы и их взаимосвязи, как это делается на сегодняшний день.

Такое эволюционирующее смысловое строение системы может быть представлено графом специального вида, в котором вершины соответствуют средствам по формированию понятий, из которых может состоять процесс создания целевой информационной системы, ребра в классическом их представлении соответствуют неопределенности (вариативности, возможности) установления взаимопроникновения между средствами, а установленное взаимопроникновение средств (вершин) создания понятий будет отражаться в частичном или полном взаимопроникновении вершин (средств) друг в друга. Документирование подобных моделей может быть обеспечено с применением современных графовых баз систем управления базами данных, таких как Neo4J

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-07-00096.*

#### **Список источников**

1. Chanron V, Lewis K. A study of convergence in decentralized design processes. Res Eng Des. 2005 Dec;16(3):133–45.
2. Austin-Breneman J, Yu BY, Yang MC. Biased information passing between subsystems over time in complex system design. 2014 Aug 17;V007T07A023.
3. Yassine A, Braha D. Complex concurrent engineering and the design structure matrix method. Concurr Eng. 2003 Sep 1;11(3):165–76.
4. Li F, Wu T, Hu M. Design of a decentralized framework for collaborative product design using memetic algorithms. Optim Eng. 2014 Sep;15(3):657–76.
5. Athula G. Meta-design paradigm based approach for iterative rapid development of enterprise WEB applications. Proceedings of the Fifth International Conference on Software and Data Technologies, ICSOFT 2010, p.337-343 28.
6. Fischer, G. and E. Giaccardi. Meta Design:A framework for the future of end

- user development. End User Development: Empowering People to flexibly Employ Advanced Information and Communication Technology. H. Lieberman, F. Paterno and V. Wulf, Springer. 9: 427-457
7. Carlos Rossi, Antonio Guevara, Manuel Enciso, José Luis Caro, Angel Mora. A Tool for user-guided database application development - Automatic Design of XML Models using CBD. Proceedings of the Fifth International Conference on Software and Data Technologies, ICSOFT 2010, Volume 2, p.195-201
  8. Xufeng (Danny) Liang, Christian Kop, Athula Ginige, Heinrich C. Mayr: Turning Concepts Into Reality - Bridging Requirement Engineering and Model-Driven Generation of Web Applications. ICSOFT 2007, Proceedings of the Second International Conference on Software and Data Technologies, Volume ISDM/EHST/DC p.109-116
  9. Thomas Stahl and Markus Völter. Model-Driven Software Development: Technology, Engineering, Management. Wiley & Sons, 1st edition, 2006
  10. Frankel, D. Model Driven Architecture – Applying MDA to Enterprise Computing. OMG Press, Indianapolis, 2003
  11. Лядова Л.Н. Технология создания динамически адаптируемых информационных систем // Труды междунар. науч.-техн. конф. «Интеллектуальные системы» (AIS'07). – М.: Физматлит, Т. 2, 2007
  12. Дж. Клир «Системология. Автоматизация решения системных задач» М.: Радио и связь, 1990. — 534 с., Перевод с английского М. А. Зуева, под редакцией А. И. Горлина
  13. Евгеньев, Г. Б. Системология инженерных знаний : Учебное пособие для вузов по специальности "Системы автоматизированного проектирования" направления "Информатика и вычислительная техника" / Г. Б. Евгеньев . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001 . – 376 с. – (Информатика в техническом университете) . - ISBN 5-7038-1524-X .
  14. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: Теория и практика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 288 с.
  15. Финн В. К. О возможности формализации правдоподобных рассуждений средствами многозначных логик // Всесоюзн. симп. по логике и методологии науки. – Киев: Наукова думка, 1976. – С. 82-83.
  16. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) 1959 (совместно с Р. Шапиро) —1985 гг.
  17. Никаноров С.П., Никитина Н.К., Теслинов А.Г. Введение в концептуальное проектирование АСУ: анализ и синтез структур. - М.: Изд. Ракетные войска стратегического назначения, 1995. - 185с.;
  18. Никаноров С.П. Теоретико-системные конструкты для концептуального анализа и проектирования. - М.: Концепт. - 2006. - 312 с.;
  19. Никаноров С.П. Постулирование концептуальных моделей предметных

- областей, содержащих сотни тысяч понятий //Подмножество. - М.: Концепт,2006, вып.21. С.42-61.;
- 20.Никаноров С.П. Концептуализация предметных областей. Методология и технология. - М.: Концепт, 2009. - 268 с.;
  - 21.Никаноров С.П. Введение в аппарат ступеней и его применение. - М.: Концепт, 2010. - 179 с.
  - 22.R. Addo-Tenkorang. Concurrent engineering (CE): A review literature report. In: Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2011 Vol II. San Francisco, USA: IAENG, International Association of Engineers; 2011
  - 23.Myerson RB. Game theory. Harvard University Press; 1997. 588 p.
  - 24.Crawley E, Cameron B, Selva D. System architecture: strategy and product development for complex systems. Prentice Hall: Pearson; 2015. 448 p
  - 25.Ross AM, Hastings DE. The tradespace exploration paradigm. INCOSE Int Symp. 2005 Jul;15(1):1706–18
  - 26.Systems engineering handbook. A guide for system life cycle process and activities. International Council on System Engineering. INCOSE-TP-2003-002-03. June 2006
  - 27.Gianni, Daniele; D'Ambrogio, Andrea; Tolk, Andreas, eds. (December 2014). Modeling and Simulation-Based Systems Engineering Handbook (1 ed.). USA: CRC Press. ISBN 9781466571457
  - 28.Леффингвелл и Уидриг, Управление требованиями к программному обеспечению, Addison Wesley, 1999 г.
  - 29.Go K., Carroll J.M. The Blind Men and the Elephant: Views of Scenario-Based System Design // Interactions. 2004. Vol. 11, № 6. P. 44–53.



## РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Таов А.З.

Руководитель – ассистент кафедры САиТ ИКТИБ Беликова С.А.

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Фильтрация изображений аналогична разглядыванию мира через стеклянную пластину. Вот представим, что, глядя на какую-нибудь сцену одним глазом, мы подносим к нему стеклянную пластину. Если эта пластина не идеально прозрачная, то наблюдаемое изображение изменится. В зависимости от стекла, из которого сделана пластина, изменение может быть самым разнообразным. Фильтрация изображений позволяет добиться гораздо большего разнообразия эффектов, чем эксперименты с разными пластинами. [1, 2] Под фильтрацией изображений понимают операцию, имеющую своим результатом изображение того же размера, полученное из исходного по некоторым правилам. Обычно интенсивность (цвет) каждого пикселя результирующего изображения обусловлена интенсивностями (цветами) пикселей, расположенных в некоторой его окрестности в исходном изображении.

Правила, задающие фильтрацию (их называют фильтрами), могут быть самыми разнообразными. Например: линейные фильтры, фильтры для получения карты изменений изображения, фильтр Собела и т.д. [3,4,5]

Линейная фильтрация изображения. Допустим, нам известна матрица совместной встречаемости для «идеального» изображения и требуется улучшить качество зашумленного варианта этого изображения. Если наибольшие элементы матрицы расположены на главной диагонали или вблизи нее, то это означает, что большая часть пикселей имеет тот же цвет, что и соседние пиксели. Если мы хотим выровнять гистограмму такого изображения, то, целесообразно изучить окрестность пикселя и ей присвоить то значение уровня из интервала, которое ближе всего к среднему значению яркости выбранной окрестности. Если требуется устранить шум, то замена значения каждого пикселя зашумленного изображения некоторой взвешенной суммой значений соседних пикселей приведет к уменьшению изменчивости значений смежных пикселей, и мы получим изображение, более близкое к оригиналу. Таким образом, мы приходим к соотношению, характеризующему связь исходного изображения, и изображения, подвергнутого фильтрации:

$$g(x, y) = \sum_{i=-M}^M \sum_{j=-M}^M h(x, y, i, j) f(x+i, y+j).$$

Процесс, реализующий эту операцию, называют линейным фильтром.

Фильтры для получения карты изменений изображения. Этот фильтр позволит получить изображение, в котором светлые области будут соответствовать участкам исходного изображения, где актуальны сильные перепады яркости, а темные – участкам с более слабыми перепадами. Если точки находятся в области [3x3]

$$I_1 \quad I_2 \quad I_3$$

$$\begin{matrix} I_4 & I_5 & i_6 \\ I_7 & I_8 & i_9 \end{matrix}$$

точкой фильтрации является центральная, то отклик фильтра рассчитывается по формуле  $d = (|I_1 - I_5| + |I_2 - I_5| + |I_3 - I_5| + |I_4 - I_5| + |I_6 - I_5| + |I_7 - I_5| + |I_8 - I_5| + |I_9 - I_5|) / 8$ .

Фильтр Собеля. Оператор Собеля тоже использует область изображения 3x3, отображенную в предыдущем методе. Видоизменение заключается в использовании весового коэффициента 2 для средних элементов:

$$G_x = (z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3)$$

и

$$G_y = (z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7)$$

Это увеличенное значение используется для уменьшения эффекта сглаживания за счет придания большего веса средним точкам.

Таблица 1 – Маски, используемые фильтром Собеля

|    |    |    |    |   |   |
|----|----|----|----|---|---|
| -1 | -2 | -1 | -1 | 0 | 1 |
| 0  | 0  | 0  | -2 | 0 | 2 |
| 1  | 2  | 1  | -1 | 0 | 1 |

Рассмотренные выше маски применяются для получения составляющих градиента  $G_x$  и  $G_y$ . Для вычисления величины градиента эти составляющие необходимо использовать совместно:

$$\nabla f \approx |G_x| + |G_y|$$

$$f = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

Для ретуширования фотографий, применения специальных художественных эффектов, которые придают изображению вид наброска или картины в импрессионистском стиле, а также специфических трансформаций с использованием эффектов искажения и освещения был разработан программный продукт.

Для выполнения проекта был взят фильтр для усиления/уменьшения перепадов яркости. Данный фильтр получают на основе фильтра генерации карты изменений изображения. Рассчитанное среднее значение изменения яркости  $d$  используется для сдвига значения яркости текущей точки. Среднее значение изменения яркости рассчитываем по формуле  $d = (|I_1 - I_5| + |I_2 - I_5| + |I_3 - I_5| + |I_4 - I_5| + |I_6 - I_5| + |I_7 - I_5| + |I_8 - I_5| + |I_9 - I_5|) / 8$ . Можно предложить 3 варианта такого фильтра. В первом случае  $d$  прибавляется к самому значению яркости текущего пикселя, при этом изображение будет светлеть. Во втором случае  $d$  отнимается, при этом изображение будет темнеть. В третьем случае, если яркость меньше порогового значения, то значение  $d$  отнимается, иначе прибавляется. В последнем случае цвета изображения стремятся к нижнему и верхнему пределам. При реализации программы фильтрации изображения использовался язык программирования C#, который предоставляет

возможность обратиться к каждому пикселю изображения при помощи класса Bitmap. [3,8] У объекта класса Bitmap есть метод GetPixel(), который возвращает цвет текущего пикселя, и метод SetPixel(), который устанавливает новый цвет текущему пикселю. Результат выполнения проекта показан на рисунках 1-4.

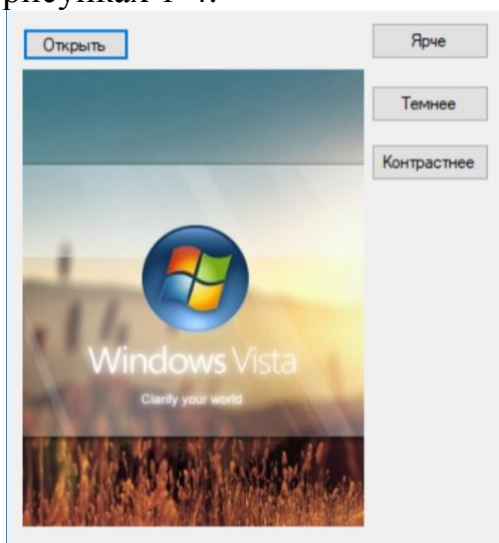


Рис 1. Исходное изображение

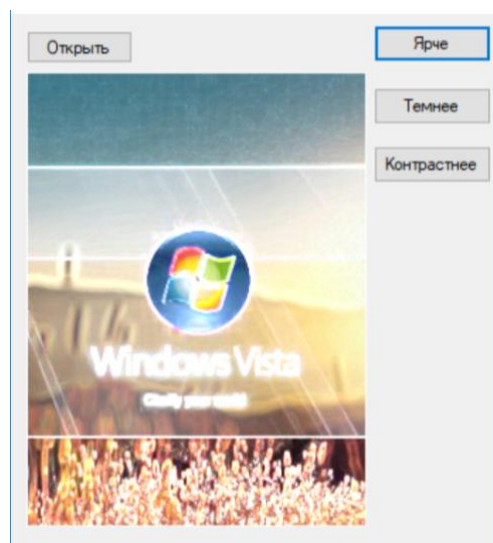


Рис 2. Применение фильтра для увеличения яркости

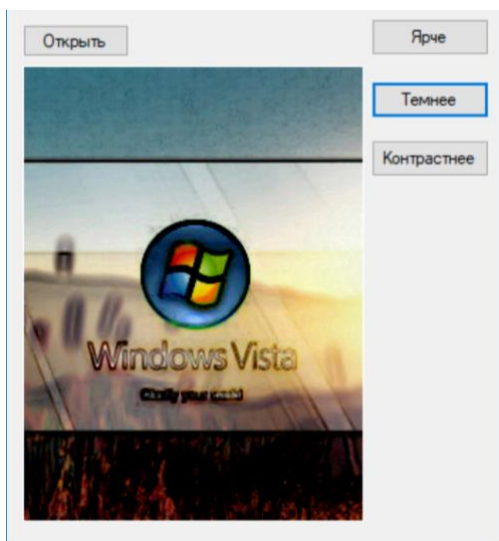


Рис 3. Фильтр уменьшения яркости

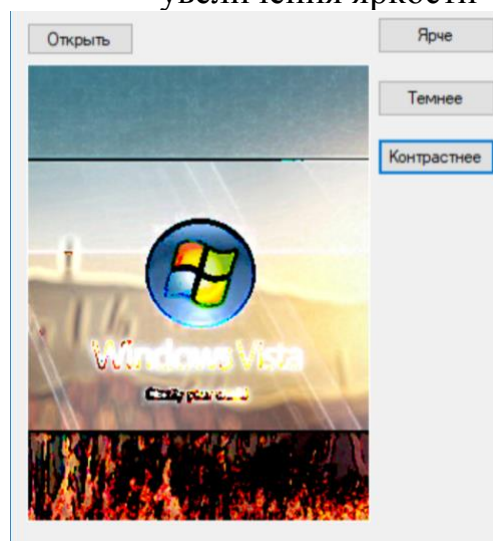


Рис 4. Фильтр контрастности

Данный программный продукт позволит решить такие задачи как:

1. Коррекция яркости и контрастности изображений
2. Выравнивание освещенности изображений.

Тестирование разработанной программы показало правильность работы заложенных алгоритмов фильтрации, а также корректность интерфейса. [6,7] Попытки создания систем автоматического анализа предпринимаются во всем мире уже давно, с тех пор, как люди научились вводить изображения в компьютер. И вся задача исследователей сводится практически к выбору нужного фильтра, а часто и созданию своего собственного в соответствии с конкретной задачей. Созданный программный продукт – это практическая реализация некоторых методов из их большого числа, которые могут быть полезны в различных сферах деятельности. Например, для обучения методам

фильтрации и анализа, или для рекламной сферы, и т.д. Разумеется, методика нуждается в дальнейшем совершенствовании и расширении на другие области исследования, однако лежащие в ее основе алгоритмы обработки изображения являются по своей сути универсальными и отражают именно человеческое восприятие.

### Список литературы

1. Хабрахабр – Обработка изображений[Эл.ресурс]. – Режим доступа: [http://habrahabr.ru/hub/image\\_processing/](http://habrahabr.ru/hub/image_processing/).
2. Крашенинников В. Р. Основы теории обработки изображений: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 150 с.
3. Яншин. Обработка изображений на языке СИ для IBM PC: Учебник. – Санкт-Петербург, 2010. – 200 с.
4. Лукьяница А. А. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. – Москва: УлГТУ, 2009. – 518 с.
5. Евдокимов В.М. Построение реалистичных изображения с учетом теней // Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности Сборник статей I Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. 2015. С. 359-363.
6. Belousova S., Rogozov Y., Sviridov A. Technology of using properties and mechanisms of actions in user interface design // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15th. 2015. С. 339-345.
7. Пастухов К.Д., Грищенко А.С. Обзор современных подходов тестирования производительности // Инновационные технологии и дидактика в обучении сборник статей международной научно-практической конференции. 2016. С. 119-121.
8. Беликов А.Н., Белоусова С.А., Борисова Е.А. Реализация метода построения абстракции математических операций на языках программирования высокого уровня // Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. № 2 (163). С. 141-148.

# ФОРМАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ДОРОЖНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОБЛАСТИ ВЛИЯНИЯ ТОЧКИ ЗАДЕРЖКИ

А.Н. Беликов, С.А.Кучеров

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Аннотация. Управление дорожным движением – одна из наиболее важных и сложных задач современного города. Количество транспортных средств с каждым годом растет быстро развивающимися темпами. Методы дорожного регулирования так же изменяются, но не успевают за ростом транспортного потока. Существует множество различных разрозненных способов и средств для снижения транспортной нагрузки на дорожную сеть. Исходя из проведенного автором, обзора тематических источников, каждый из существующих методов может быть эффективен для решения узкого круга задач по дорожному регулированию, однако комплексных решений для эффективной организации дорожного движения на различных участках дорожной сети и в различных условиях, не существует. Необходимо объединить существующие способы, средства и алгоритмы для управления дорожным движением в единый метод, который будет способен комплексно решать проблемы задержек возникающие при движении транспортных потоков. В статье предлагается подход к формализации метода дорожного регулирования на основе анализа области влияния точки задержки.

*\* Исследование выполнено при финансово̣поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00367*

Ключевые слова: точки задержки, методы дорожного регулирования, управление дорожным движением.

## **Введение.**

Для обеспечения связности территорий необходимо обеспечить непрерывное движение по уже существующим участкам дорожной сети. Дорожные заторы возникают непредвиденно, и именно это сказывается на пропускной способности транспортной сети и сложно устранить последствия этих заторов. Возникновение этих заторов вызвано точками задержки - участками дорожной сети на которых транспортное средство вынуждено остановиться или снизить скорость. Увеличение пропускной способности дорожной сети в точках задержки, а так же их устранение, можно считать важной и актуальной научной проблемой, которая неразрывно связана с направлением №6 стратегии НТР РФ. Бесперебойное функционирование дорожно-транспортного комплекса является базовым условием устойчивого развития экономики страны и социального благополучия населения.

Автомобилизация, играя положительную роль в развитии экономики и общества, без соответствующего инфраструктурного подкрепления порождает ряд серьезных проблем в области дорожного движения, имеющих далеко идущие последствия для социальной и экономической сферы. К наиболее серьезной из таких проблем относится ограниченная пропускная способность

сети автодорог, сложившихся еще в советское время и по старым стандартам. В связи с постоянным ростом населения городов данная проблема рано или поздно станет актуальной в большинстве населенных пунктов.

Взаимосвязь автодорог и города очевидна. Основными особенностями данных объектов является их большой срок службы и высокая стоимость, что органически приводит к положению о том, что данная проблема для настоящего времени может решаться при сохранении данных объектов в настоящем виде. Экономические расчеты показывают, что воздействие на дороги более предпочтительно, чем на строения, хотя тоже не безболезненно с экономической точки зрения. Опыт многих крупных мегаполисов мира показывает, что строительство новых и реконструкция существующих магистралей и дорог при постоянном росте количества транспортных средств не позволяют полностью сократить разницу между пропускной способностью улично-дорожной сети (УДС) и уровнем спроса на автомобильные перевозки.

Большие затраты на строительство новых объектов инфраструктуры дорожной сети, ограничение проезда, а так же экологические факторы толкают компании на исследование специальных решений, по управлению транспортными потоками, чтобы смягчить негативные последствия возникающих заторов и оптимизировать использование ограниченных государственных средств.

В соответствии с Федеральной целевой программой «Развитие транспортной системы России (2010 - 2020 годы)» принимается значительный комплекс мер по решению транспортной проблемы: оснащение дорог объектами автоматизации, ремонт существующей инфраструктуры, изменение нормативной базы, повышение ответственности участников дорожного движения и многое другое.

Динамическое управление транспортными потоками это возможность в режиме реального времени управлять постоянными и единовременными заторами регулируя преобладающие условия движения. Динамическое управление позволяет добиться максимальной эффективности и производительности участка улично-дорожной сети. Активное управление движением повышает пропускную способность и безопасность за счет использования новых технологий интегрированных в системы автоматизированного управления, благодаря автоматизации, динамическое изменение направления движения транспортных потоков происходит быстро и без задержек, которые обычно возникают, когда операторы должны изменить план движения вручную. Используемый подход к управлению состоит из комбинации планов движения, которые, при согласовании полностью оптимизируют существующую инфраструктуру и обеспечат ощутимое увеличение пропускной способности транспортной сети [1]. В таких европейских странах как: Дания, Англия, Германия и Нидерланды. Использование новейших подходов к динамическому перераспределению потоков с помощью автоматизированных систем дало следующие результаты [2]:

- увеличение средней пропускной способности улично-дорожной сети в период перегрузки (в часы пик) на 3 - 7 процентов;
- рост общей пропускной способности транспортной сети на 3 - 22 процента;
- снижение первичных ДТП на 3 - 30 процентов;
- снижение вторичных ДТП на 40-50 процентов;
- выравнивание скорости транспортного потока в период перегрузки участка дорожной сети;
- более предсказуемое поведение участников дорожного движения;
- увеличение уровня безопасности на дороге;
- уменьшение вероятности возникновения заторов на магистралях.

Таким образом, при применении новейших средств и разработок в области управления транспортными потоками, можно не только разгрузить дорожную сеть от систематически возникающих заторов, но и существенно снизить государственные расходы на организацию дорожного движения в целом.

**Формализация метода.** Отправной точкой начала работы метода является ситуация возникновения на улично-дорожной сети, точки задержки с затором в районе её появления или без него. Формально это выражение можно представить как (формула 1):

$$\exists x(A(x) \vee B(x)) \quad (1)$$

Существует точка задержки  $x$  для которой может существовать затор  $A(x)$  или не существовать затора  $B(x)$ .

Где,

Таблица 2 Описание переменных для формулы 1

| Описание переменной                     | Переменная |
|---|------------|
| Точка задержки                          | $x$        |
| Точка задержки с существующим затором   | $A(x)$     |
| Точка задержки без существующего затора | $B(x)$     |

Для точки задержки в области влияния которой образовался затор существует функция перенаправления транспортных потоков, если область влияния точки задержки больше, чем произведение расстояния от точки задержки до ближайшего пункта перенаправления транспортных потоков на произведение коэффициента загруженности для данного участка дорожной сети. Формально это можно представить как (формула 2) :

$$\forall A(x) \exists F(x) (S * k < OZ) \quad (2)$$

Для любой точки задержки с затором  $A(x)$  существует функция перенаправления транспортных потоков  $F(x)$  если произведение  $S$  на  $k$  меньше  $OZ$ .

Где,

Таблица 3 Описание переменных для формулы 2

| Описание переменной  | Переменная |
|--|------------|
| Граница перенаправления транспортных потоков в области влияния точки задержки          | $F(x)$     |
| Расстояние от точки задержки до ближайшего пункта перенаправления транспортных потоков | $S$        |
| Ширина области влияния точки задержки  | $OZ$       |

Для точки задержки в области влияния которой не образовался транспортный затор справедлива функция перенаправления транспортных потоков при условии, что скорость движения транспорта после возникновения точки задержки меньше чем произведение скорости на коэффициент загруженности на том же участке дорожной сети до возникновения точки задержки. Формально это представляется как (формула 3):

$$\forall B(x) \exists F(x)' (V * k > V') \quad (3)$$

Для любой точки задержки без затора  $B(x)$  существует функция перенаправления транспортных потоков  $F(x)'$  если произведение  $V$  на  $k$  больше  $V'$ .

Где,

Таблица 4 Описание переменных для формулы 3

| Описание переменной   | Переменная |
|---|------------|
| Время перенаправления транспортных потоков в области влияния точки задержки | $F(x)'$    |
| Скорость потока до появления точки задержки                                 | $V$        |
| Скорость потока после появления точки задержки                              | $V'$       |

Таким образом, целиком метод можно описать так: Если существует точка задержки в районе которой одновременно может существовать затор или не существовать затора, то для каждой точки задержки с затором, существует функция перенаправления транспортных потоков, если область влияния точки задержки больше произведение расстояния от точки задержки до ближайшего пункта перенаправления транспортных потоков на коэффициент загруженности для данного участка, либо для каждой точки задержки без затора, существует функция перенаправления транспортных потоков, если скорость движения



после возникновения точки задержки меньше чем произведение скорости потока на коэффициент загруженности до возникновения.

Составим общую формальную модель метода дорожного регулирования на основе анализа области влияния точки задержки (формула 4).

$$\exists x(A(x) \vee B(x)) \rightarrow \forall A(x) \exists F(x)(S * k < OZ) \Delta \forall B(x) \exists F(x)'(V * k > V') \quad (4)$$

Если существует точка задержки  $x$  для которой может существовать затор  $A(x)$  или не существовать затора  $B(x)$ , то для любой точки задержки с затором  $A(x)$  существует функция перенаправления транспортных потоков  $F(x)$  если произведение  $S$  на  $k$  меньше  $OZ$ , либо для любой точки задержки без затора  $B(x)$  существует функция перенаправления транспортных потоков  $F(x)'$  если произведение  $V$  на  $k$  больше  $V'$ .

**Заключение.** Разработанная формальная модель позволит в будущем составить математические модели для поиска функций перенаправления транспортных потоков в границах области влияния точек задержки.

#### Библиографический список

1. Елькин Д.М., Кучеров С.А. «СПОСОБ ДОРОЖНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТОЧКИ ЗАДЕРЖКИ» // Инновационные технологии и дидактика в обучении: сборник статей международной научно-практической конференции. Том 1. – Таганрог: Издательство ЮФУ, 2017. – С. 67-72.
2. Mirshahi M., Obenberger J., Fuhs C. ACTIVE TRAFFIC MANAGEMENT: THE NEXT STEP IN CONGESTION MANAGEMENT. – 2007.

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| КОЗЛОВСКИЙ А.В., ЦЕЛЫХ А.А., САМОЙЛОВА А.Н. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ.....  | 3  |
| ПРОСКУРЯКОВ А.В., ТАРАСОВ Н.В. РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ БЕЗЭТАЛОННОГО СПОСОБА ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИХ И ТОМОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ.....                 | 8  |
| КУРСИТЫС И.О., НАЦКЕВИЧ А.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОИНСПИРИРОВАННЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ .....                                     | 12 |
| БАЛАБАЕВА И.Ю., БОРИСОВА Е.А., МУНТЯН Е.Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАТИКА» ..... | 17 |
| СЕЛЯНКИН В.В. О МЕТОДИКЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ .....   | 23 |
| ПРОСКУРЯКОВ А.В., САМОЙЛЕНКО А.П. МЕТОДОЛОГИЯ ВЕРИФИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ ФРАГМЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ .....             | 26 |
| КОВАЛЕВА К.С. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ .....                             | 32 |
| ПИЛИПУШКО Е.М. ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ К ДЕМОНСТРАЦИОННОМУ ЭКЗАМЕНУ WORLDSKILLS И ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ.....  | 37 |
| ДРОЗДОВ С.Н. ОБ ИЗМЕНЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ ПРОФЕССИИ ПРОГРАММИСТА.....  | 43 |
| ЖИГЛАТЫЙ А.А. О ВОПРОСАХ КОРРЕКТНОСТИ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ .....               | 46 |
| НОРКИН О.Р., ПАРФЕНОВА С.С. DATA MINING В ПРОГНОЗИРОВАНИИ СПОСОБНОСТЕЙ АБИТУРИЕНТОВ .....   | 51 |
| ГЕРАСИМЕНКО Е.М., ТЕРЕШКО Г.Т. ПРИКЛАДНЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ОНОТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ.....   | 56 |

|  |     |
|--|-----|
| СТРАХОВ Н.Э., КУЦЕНКО М.С. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ.....                 | 61  |
| ШКАЛЕНКО Б.И., ГЛАДКОВА Е.С. __ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....   | 65  |
| ЛЕЩАНОВ Д.В. ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МООС КАК ОСНОВНОГО ИНСТРУМЕНТА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ.....                                     | 71  |
| СЕМУШИН Е.Ю., СЕМУШИНА Н.С., ТЕРЕЩЕНКО Д.Ю. БИОИНСПИРИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПОЛНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ .....          | 78  |
| БЕЛИКОВ А.Н., ШЕВЧЕНКО О.В. МЕТОД И ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ..... | 83  |
| КУЧЕРОВА М.С. ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ МЕТОДОМ EIGENFACE.....   | 90  |
| КУЧЕРОВА М.С. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДАННЫХ ИЗ ГЕТЕРОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....  | 95  |
| ГАЙДУКОВ А.Б., ЧУМИЧЕВ В.С., ГУШАНСКИЙ С.М. ОБЗОР МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ .....                       | 100 |
| КУЧЕРОВ С.А., ЛИПКО Ю.Ю., ШЕВЧЕНКО О.В. АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ДИНАМИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ.....           | 107 |
| СВИРИДОВ А.С., РОГОЗОВ Ю.И. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ФРЕЙМВОРК ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....                               | 112 |
| ТАОВ.А.З., БЕЛИКОВА С.А. РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....  | 121 |
| БЕЛИКОВ А.Н, КУЧЕРОВ С.А. ФОРМАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ДОРОЖНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОБЛАСТИ ВЛИЯНИЯ ТОЧКИ ЗАДЕРЖКИ .....       | 125 |

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И  
ДИДАКТИКА В ОБУЧЕНИИ**

Сборник статей  
Международной научно-практической конференции  
ТОМ 2

Ответственный за выпуск *Борисова Е.А.*

Работа печатается в авторской редакции

Подписано к печати 26.12.2018

Формат 60x84 1/16

Бумага офсетная.

Офсетная печать.

Усл. п. л. – 8

Уч.-изд. л. – 8,18

Заказ №

Тираж 50 экз.

“С”

---

Издательство ЮФУ, 344091  
г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1

Отпечатано в секторе обеспечения полиграфической продукцией кампуса в г. Таганроге отдела полиграфической, корпоративной и сувенирной продукции

ИПК КИБИ МЕДИА-Центра ЮФУ.  
г. Таганрог, Некрасовский, 44.